



# Últimos Avanços da Adubação Potássica no Brasil

**Prof. Dr. G. C. Vitti**  
**Ac. Elaine Y. Paturca (Kbô-Kqĩ)**



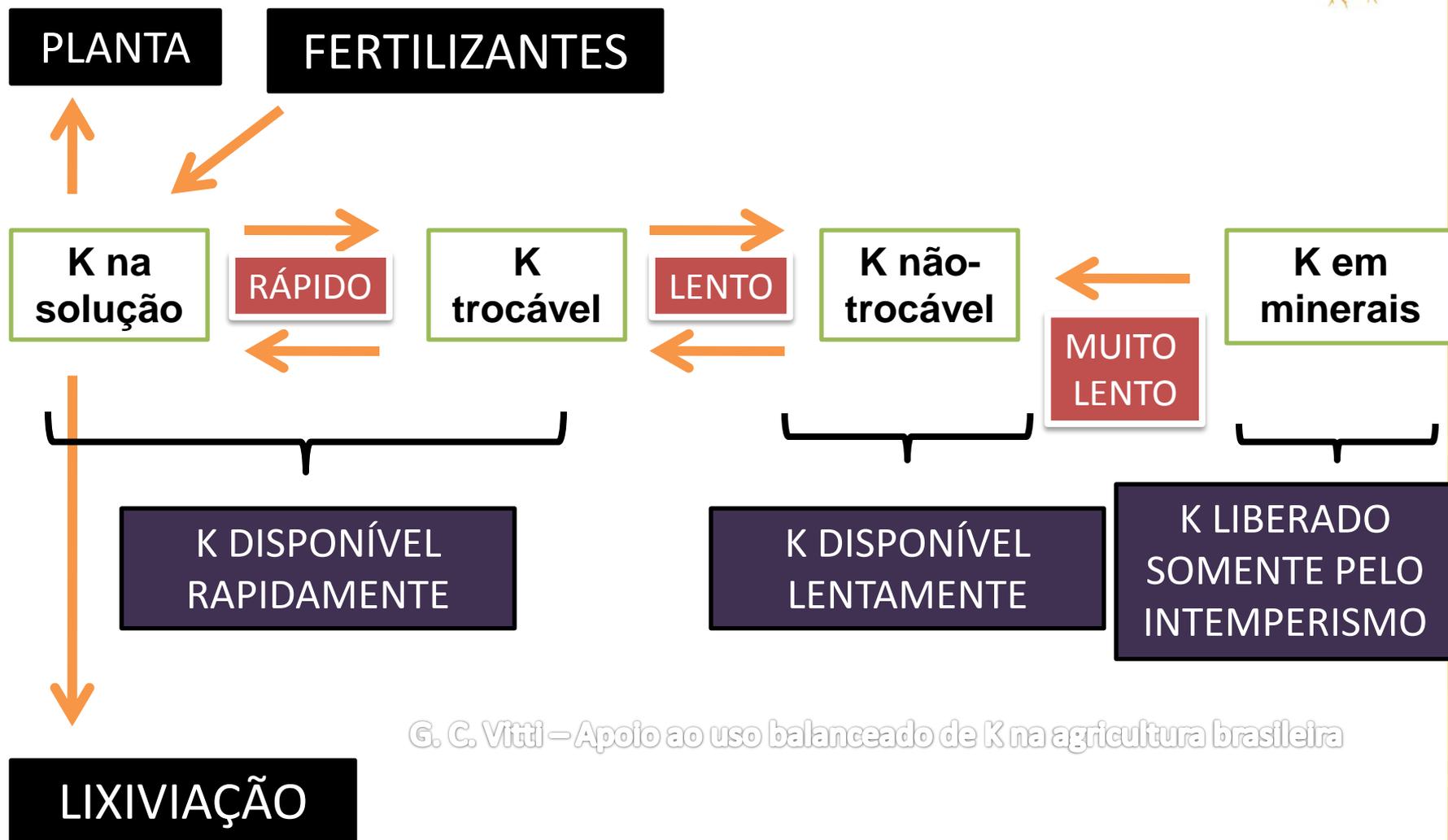
G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

**Piracicaba – SP, 09 de Outubro de 2013**



# 1. Equilíbrio do Potássio em Solos Tropicais

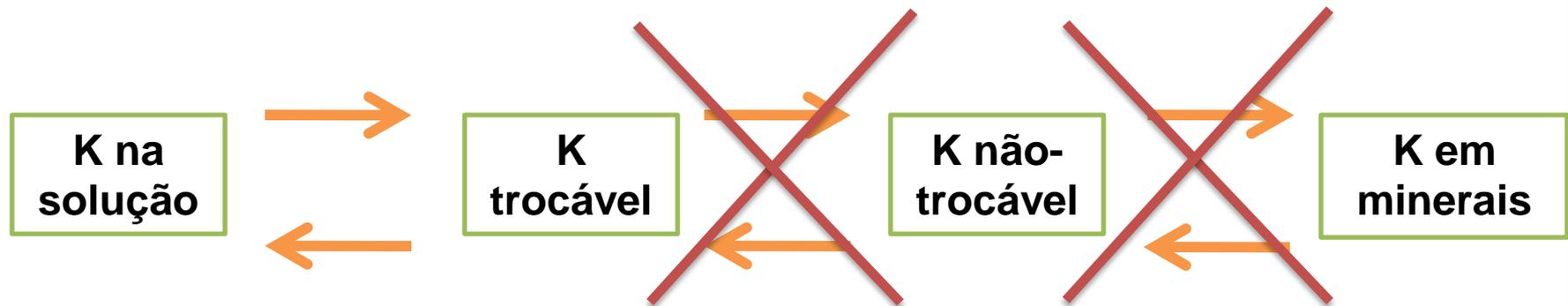
## 1.1. Antes



G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

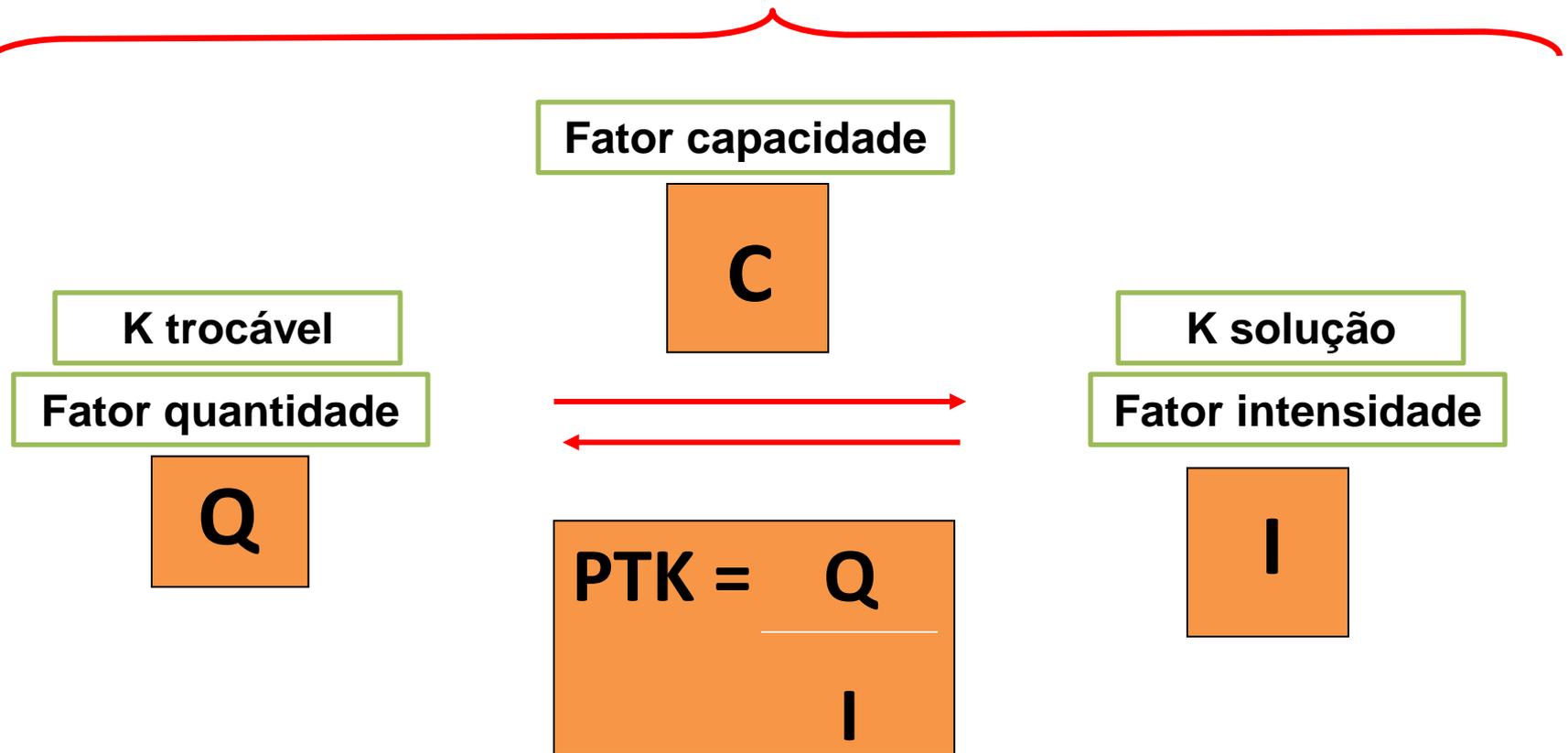
# 1. Equilíbrio do Potássio em Solos Tropicais

## 1.2. Hoje



# Equilíbrio entre as Formas de Potássio no Solo

K - disponível

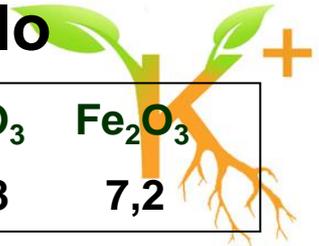


## Latossolo

Óxidos	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	14,0	32,7	31,6

## Argissolo

Óxidos	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	48,3	28,8	7,2



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

**Por que todo K é disponível ?**



Fração Argila:  *Argilas 1:1 (caulinita)*  
*Óxidos Fe e Al*

**Carga negativa Permanente**

**(x) é Zero**



+28

-28

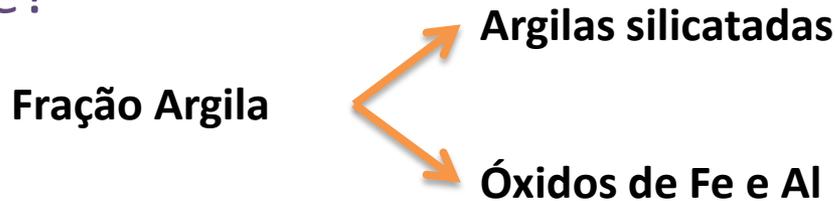
G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

**x = 0**

# 1. Equilíbrio do Potássio em Solos Tropicais

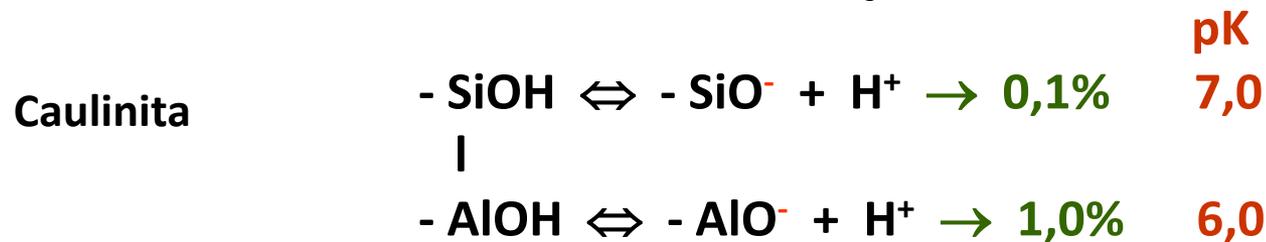


Por que?



Carga Negativa: pH dependente

Mecanismos: Dissociação de  $H^+$



*Ocorre acima do PCZ*



# Ponto de Carga Zero

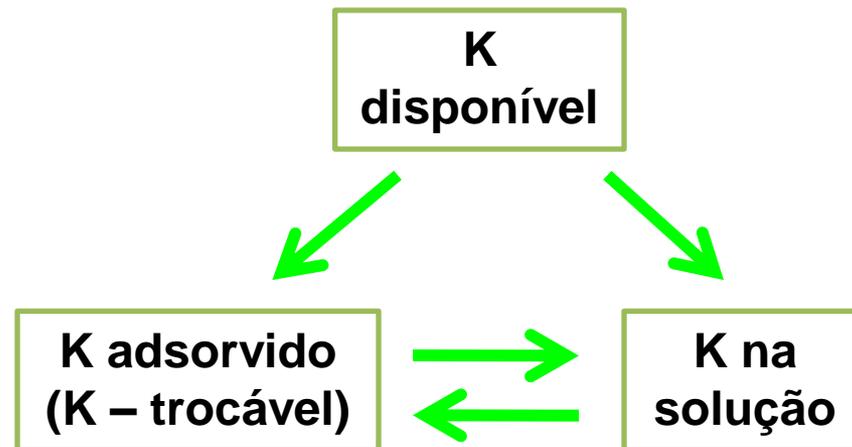
*Ponto de carga zero (PCZ) de alguns óxidos de Al e Fe.*

Óxidos de Al e Fe		PCZ
<b>Al(OH)<sub>3</sub></b>	Gibbsite	5,0 a 5,2
	Boemite	8,8
<b>FeOOH</b>	Lepidocrocite	7,4
<b>*FeO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O</b>	Goetite	6,7
<b>* Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Hematite	5,4



# 1. Equilíbrio do Potássio em Solos Tropicais

Portanto, análise de solo, quantifica:



K disponível: Mehlich 1 = Resina

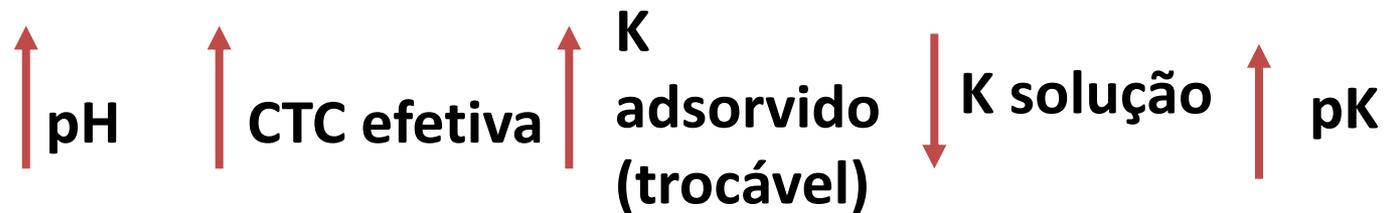
## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)



### 2.1 CTC



### 2.2 Reação do Solo



# Mudanças químicas no solo devido à calagem, e as adições de K necessárias para manter $pK - 1/2(Ca+Mg) = 2$ (MAGDOFF & BARTLETT, 1980)

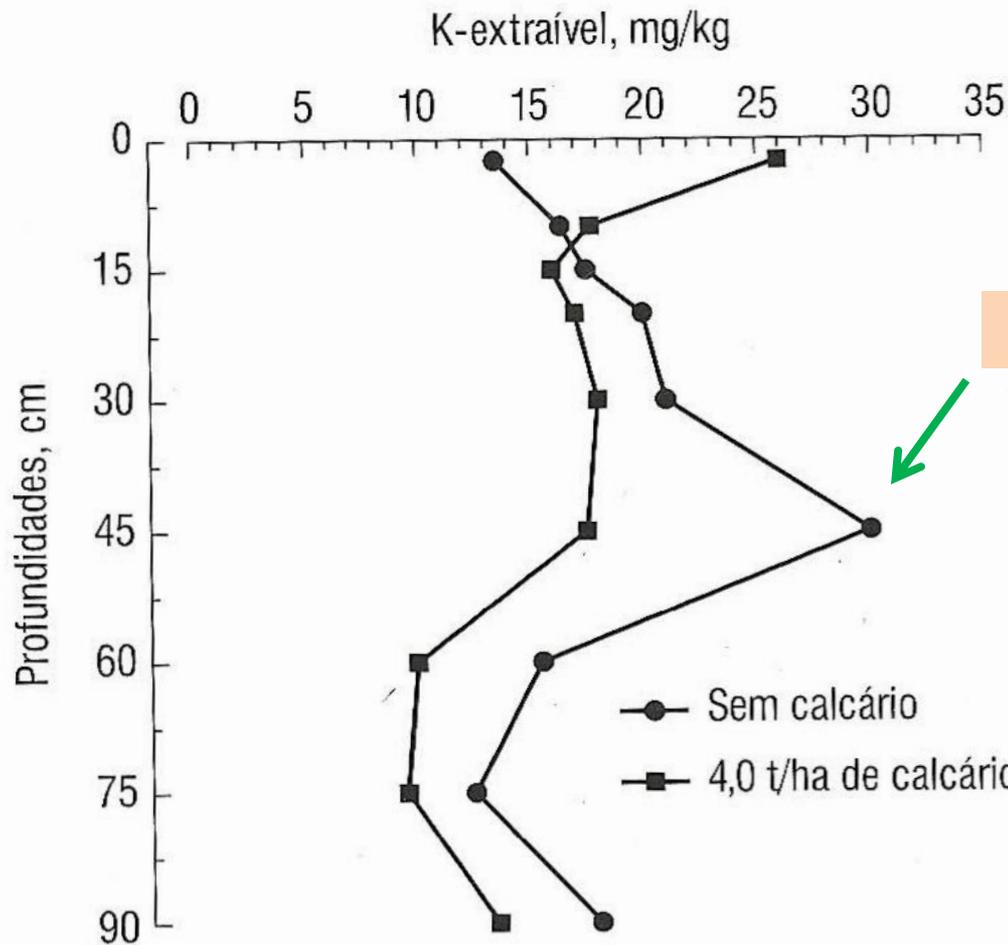


Calagem	pH	CTC	K - solução	$pK - 1/2 p(Ca+ Mg)$	kg/ha de K p/
e.mg/100g		e.mg/100g	$10^{-5}M.l^{-1}$		$pK - 1/2 p(Ca+ Mg)=2$
0	4,2	2,5	18,0	2,48	84
0,25	4,5	2,7	17,3	2,52	97
0,5	4,6	2,9	13,7	2,64	109
1,0	4,8	3,1	11,5	2,74	128
2,0	5,0	3,3	7,8	2,91	158
4,0	5,3	4,4	5,4	3,10	228
64,0	7,8	17,4	3,3	3,34	1150

↑ Calagem   
 ↑ pH   
 ↑ CTC (disponível)   
 ↓ K (solução)   
 ↑ K (trocável)

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# Influência da aplicação de calcário na lixiviação de potássio em Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso da Região de Cerrado.



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

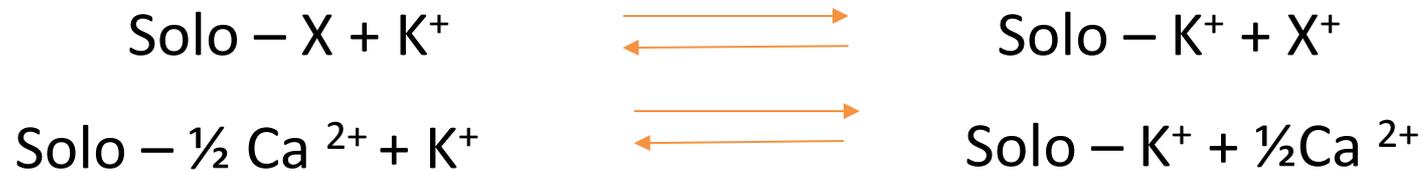
Fonte: Adaptado de Vilela et al., 1986.



## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

### 2.3 Equilíbrio de bases

#### a. Lei da raiz quadrada de Schofield



$$\frac{(K^+)i}{(Ca^{++})i^{1/2}} = \frac{(K^+)e}{(Ca^{++})e^{1/2}}$$

**Trocáveis**                      **Solução Solo**

# Fatores que afetam a disponibilidade do K para as plantas



K disponível  
Potencial Catiônico de Schofield

$$PTK = \frac{Q}{I}$$

$$I = \frac{(K^+)e}{(Ca^{++}+Mg^{++})e^{1/2}}$$

$$-\log \frac{(K^+)e}{(Ca^{++}+Mg^{++})e^{1/2}} =$$

$$-\log (K^+)e - (-\log Ca^{++} + Mg^{++}) e^{1/2} =$$

$$I = pK - \frac{1}{2} p (Ca^{++} + Mg^{++})$$



Potencial Potássio-Cálcio-Magnésio



## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

### 2.3 Equilíbrio de bases

#### b) Troca de Cátions

Fatores que afetam a troca catiônica

✓ Valência dos Cátions

Trivalente > Divalente > Monovalente

$Al^{3+}$        $Ca^{++}$   $Mg^{++}$        $NH_4^+$   $K^+$   $Na^+$

✓ Grau de Hidratação

Cátion	Ø A	N: moles H <sub>2</sub> O/ÍON
Na <sup>+</sup>	1,96	4
K <sup>+</sup>	2,66	2,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2,86	1
Mg <sup>++</sup>	1,56	9,0 a 13,0
Ca <sup>++</sup>	2,12	8,0 a 10,0

2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

2.3 Equilíbrio de bases

## **b) Troca de Cátions**



### *Valência dos Cátions*

Adsorção (Floculação/Agregação)



Lixiviação (Dispersão)

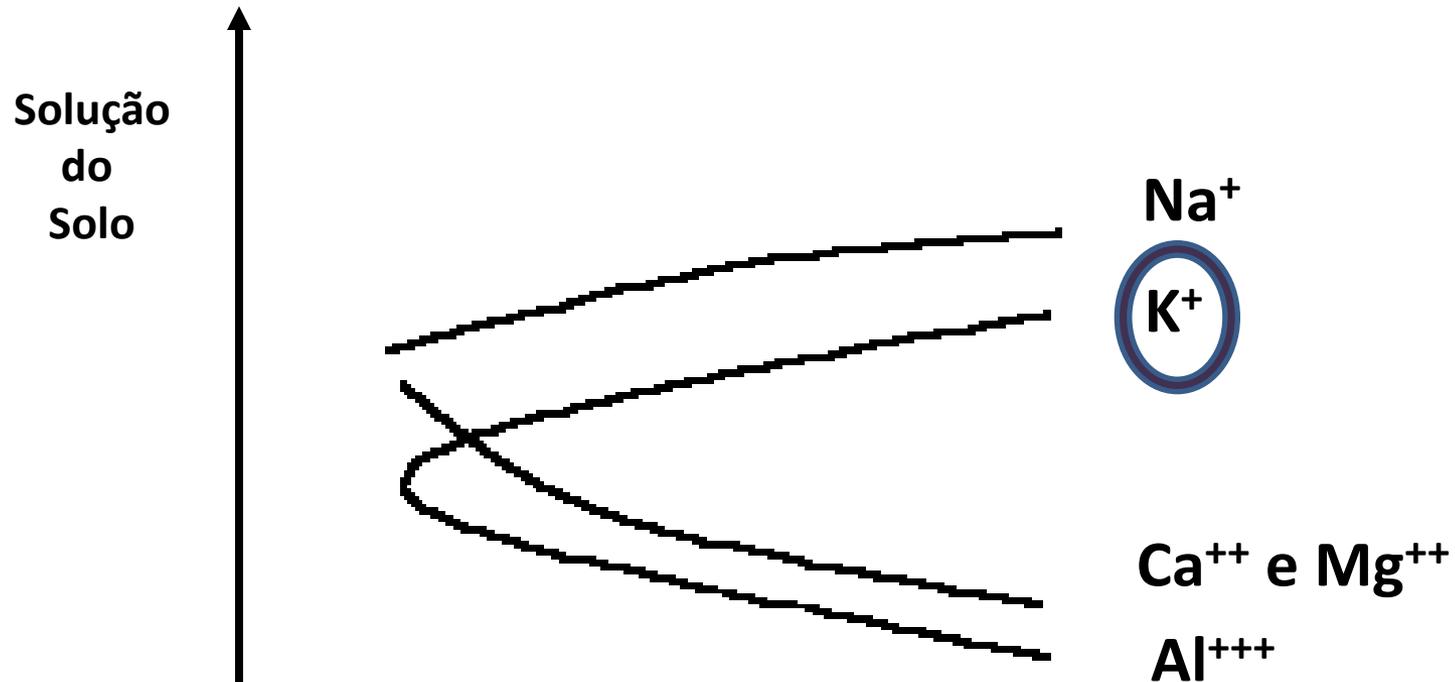
## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

### 2.3 Equilíbrio de bases

#### b) Troca de Cátions



### Efeito de diluição pela água da chuva na adsorção de Cátions

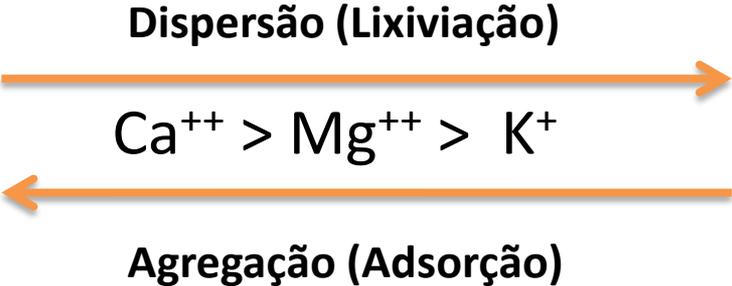




## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

### 2.3 Equilíbrio de bases

#### b) Troca de Cátions



#### c. Reação e proporção de bases

<b>K :</b>	<b>Mg :</b>	<b>Ca</b>
1	3	9
	a	
1	5	25

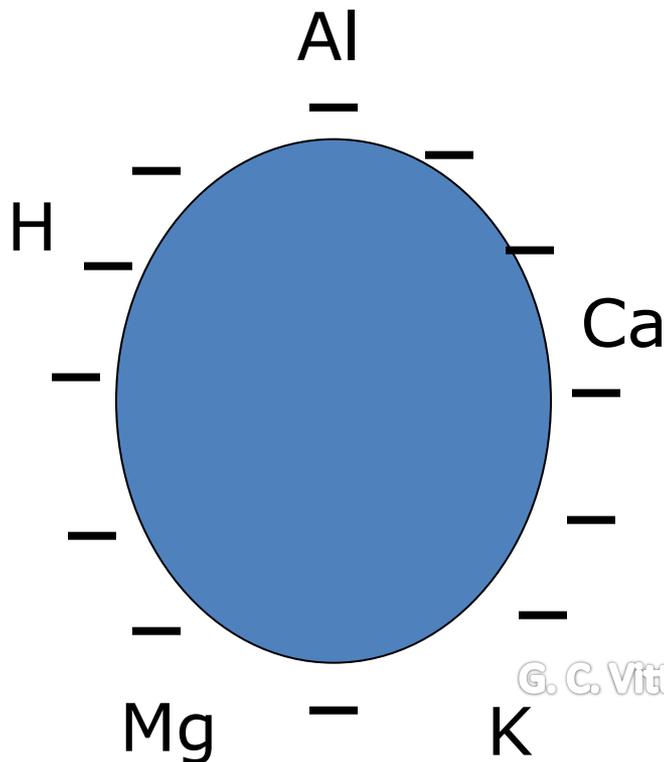
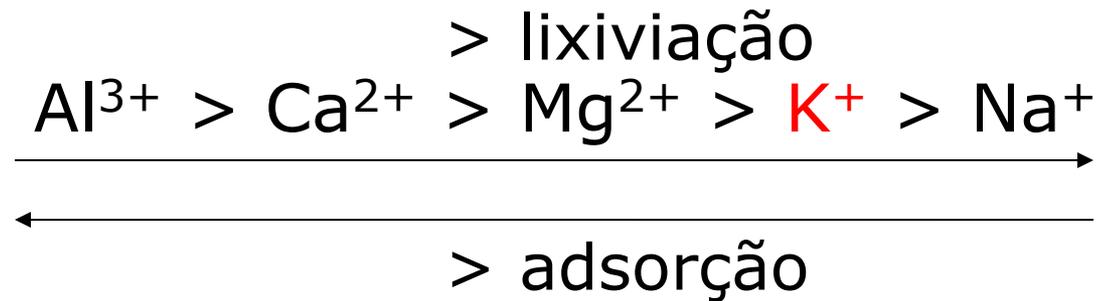
<b>V</b>	<b>K/T</b>	<b>Mg/T</b>	<b>Ca/T</b>
	-----	%	-----
60	05	15	40



## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)

### 2.3 Equilíbrio de bases

Excesso de  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  desloca o  $\text{K}^+$  adsorvido para a solução do solo → maiores perdas por lixiviação



- $\text{SB} = \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}$
- $\text{CTC} = \text{SB} + (\text{H} + \text{Al})$
- $\text{V}\% = \frac{\text{SB} \times 100}{\text{CTC}}$

K	Mg	Ca
1	3	9
1	5	25

$$\text{K}\%T = 2 \text{ a } 5\%$$

$$\text{Mg}\%T = 15\%$$

$$\text{Ca}\%T = 45\%$$

## 2. Fatores que afetam a disponibilidade de K (K em solução)



### 2.4. Natureza da Planta

a) Gramíneas: Baixa CTC - Maior absorção de cátions monovalentes



Ex: ↑ K    ↓ Mg : Hipomagnesemia ou tétano das forragens

b) Leguminosas: Alta CTC de raiz - Maior absorção de cátions divalentes



Qual a consequência negativa da aplicação de KCl numa pastagem de gramínea num solo ácido de Cerrado pobre em bases?



- As gramíneas absorvem mais facilmente potássio do que as leguminosas.
- Aplicações de potássio diminuem a absorção de Ca e Mg
- Ex.: **Hipomagnesemia** ou tétano da forragem em gado causada pela alta relação K/Mg
- Acomete animais mais velhos em pastejo no início da primavera ou em outonos úmidos, ou bezerros recebendo leite por muito tempo sem outra suplementação alimentar. Os sinais clínicos da **hipomagnesemia** em ruminantes podem ser caracterizados como: redução do apetite, aumento da excitabilidade, salivação profusa e convulsões.

## SOLUÇÃO DO SOLO



$$T = f(\text{M.O.} + \text{ARGILA})$$

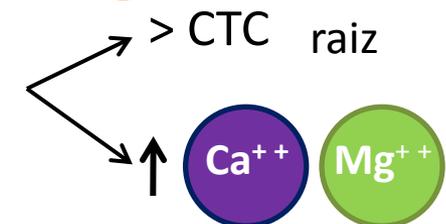
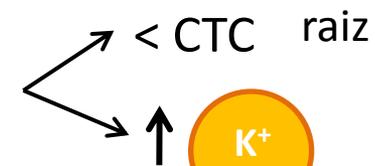
$$\text{CTC}_{\text{efetiva}} = f(\text{pH})$$

Nutriente	% T
Ca	40 a 45
Mg	10 a 15 leguminosas - gramíneas
K	3 a 5

**K<sup>+</sup>**

GRAMÍNEAS

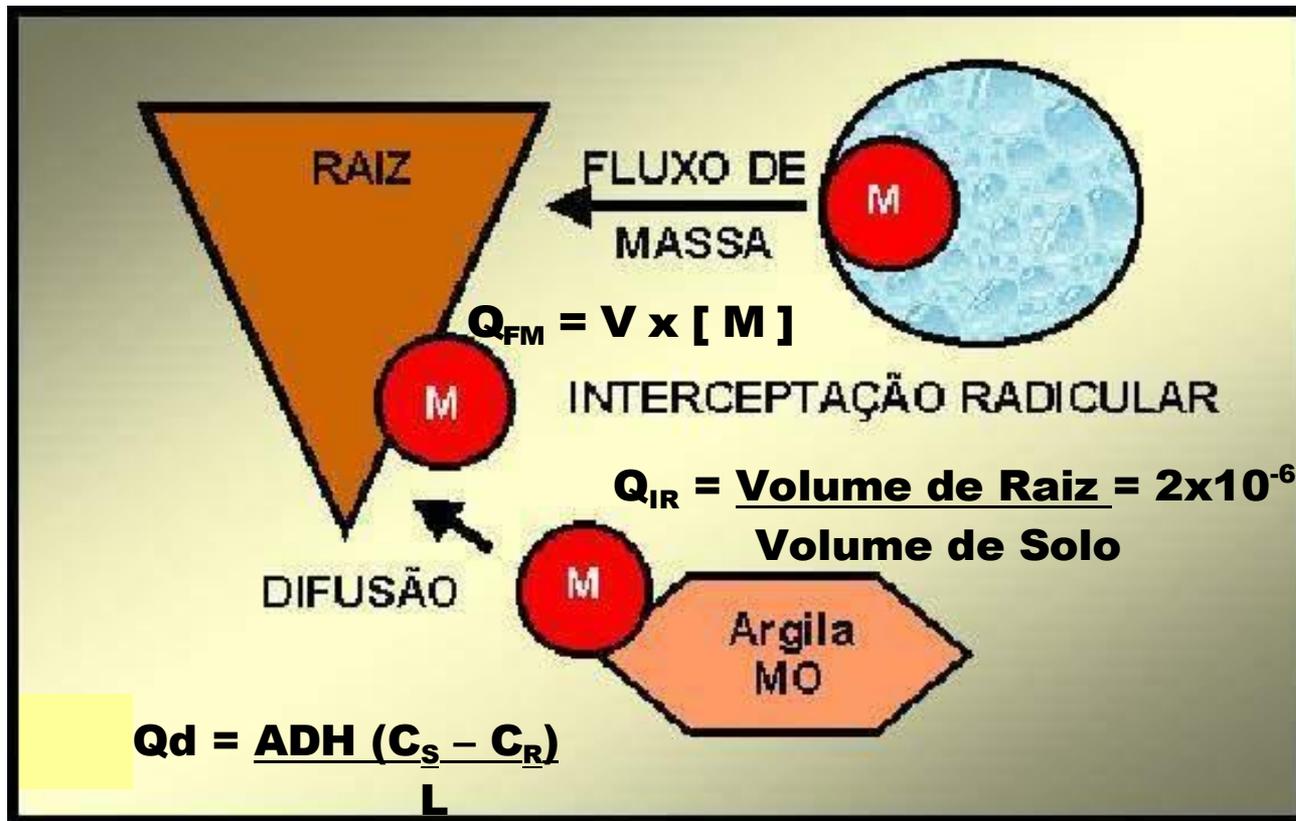
LEGUMINOSAS



### 3. Mecanismos de contato Íon Raiz



#### 3.1 Mecanismos



# CONTATO NUTRIENTE x RAIZ



## A) Interceptação Radicular

$$\frac{\text{Superfície da Raiz}}{\text{Superfície do Solo}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$Q_{in} = Q_t \times 2 \times 10^{-5}$$

## B) Fluxo de Massa

$$Q_{fm} = V \times [M]$$

V = Volume de água absorvido pela cultura

[M] = Concentração do íon na solução do solo

## C) Difusão

$$Dq/dt = ADH (CS - CR)/L$$

## C) Difusão



$$DQ/dt = ADH (CS - CR)/L$$

$DQ/dt$  = taxa de difusão no tempo

A = área radicular

D = coeficiente de difusão do  $K^+$

H = volume do solo ocupado por água

CS = concentração de K na CTC do solo

CR = concentração de K próximo a raiz

L = distância do K até a raiz

# Coeficiente de Difusão (D)



$$D = \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{NO}_3^- = 0,3 \times 1,3 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{NH}_4^+ = 1,4 \times 10^{-6}$$

$$\text{H}_2\text{PO}_4^- = 10^{-7} \text{ a } 10^{-14}$$

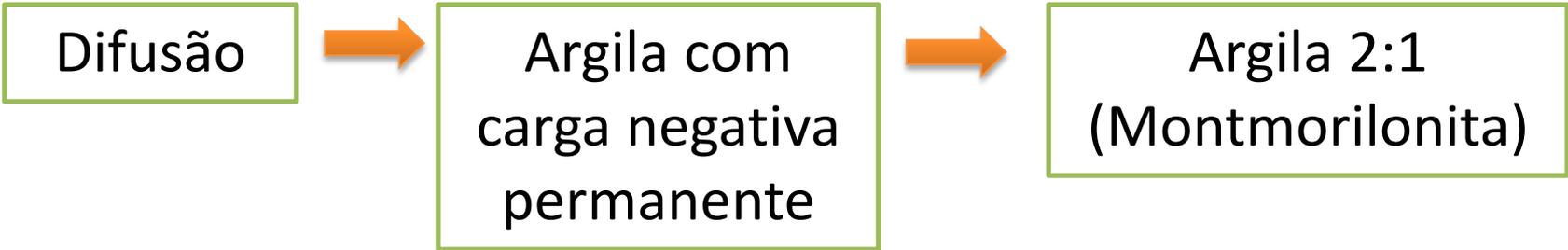
$$\text{K}^+ = 10^{-8} \text{ a } 10^{-12} (*)$$

(\*) Muito baixo:  $\text{K}^+$  praticamente igual ao  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (valido para solos de clima temperado)



### 3. Mecanismos de contato Íon Raiz

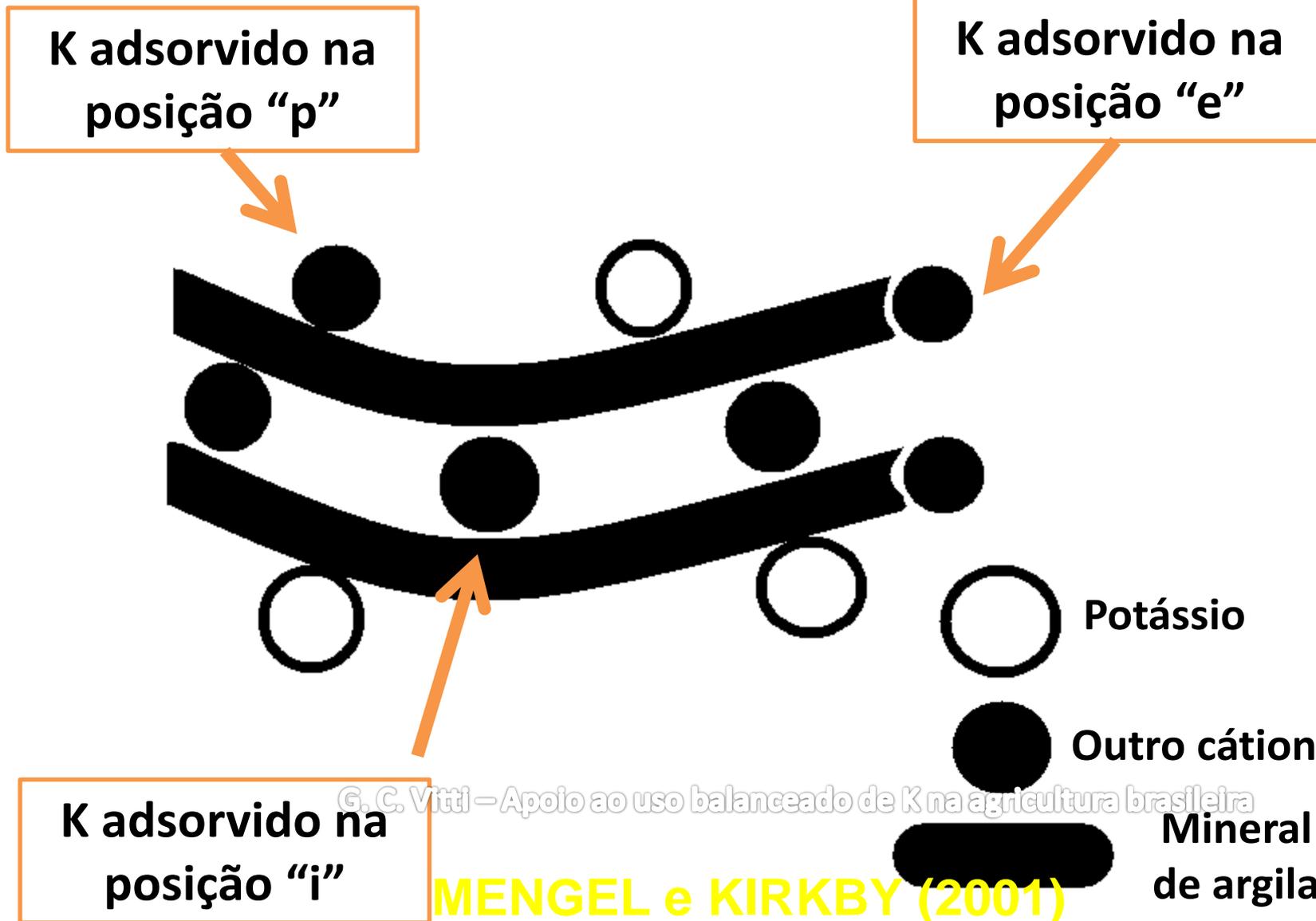
#### 3.2. Ontem → Mecanismo de Difusão



**Balanco de cargas:** - 0,8g em excesso/mol ou  
CTC = 107,4 meq/100g argila

### 3. Mecanismos de contato Íon-raiz

#### 3.2. Ontem: Argila 2:1





### 3. Mecanismos de contato Íon-raiz

#### 3.2. Ontem

## Relação entre o processo de contato e a localização dos fertilizantes

Elem.	Processo de contato			Aplicação de adubos
	Interceptação	Fluxo de massa (% do total)	Difusão	
N	1	99	0	Distante, em cobertura (parte)
P	2	4	94	Próximo das raízes
K	3	25	72	Próximo das raízes, em cobertura
Ca	27	73	0	A lançaço
Mg	13	87	0	A lançaço
S	5	95	0	Distante, em cobertura (parte)
B	03	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Mo**	05	95	0	Distante, em cobertura (parte)
Cu *	15	5	80	Próximo das raízes
Fe *	40	10	50	Próximo das raízes
Mn *	15	5	80	Próximo das raízes
Zn *	20	20	60	Próximo das raízes

Fonte: MALAVOLTA et al., 1997.

\* Aplicação Foliar    \*\* Aplicação semente/foliar

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

### 3. Mecanismos de contato Íon-raiz



#### 3.2. Ontem

## Dinâmica Entre as Várias Formas de K no Solo

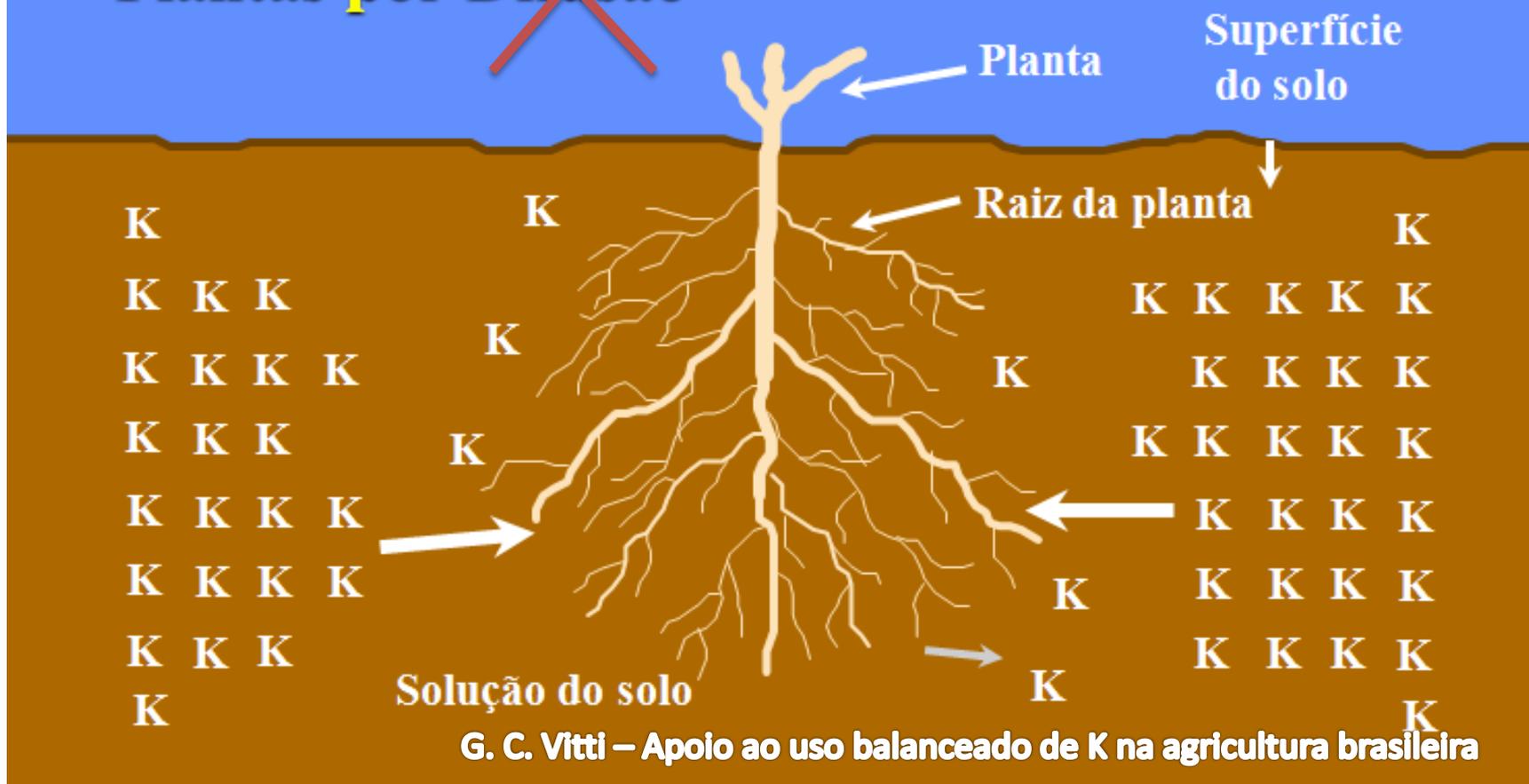


### 3. Mecanismos de contato Íon-raiz



#### 3.2. Ontem

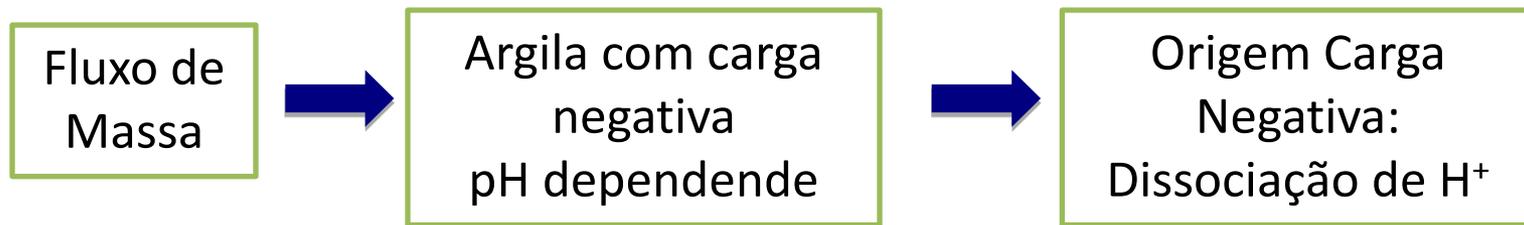
~~O Potássio Move-se para as Raízes das Plantas por Difusão~~



### 3. Mecanismos de contato Íon Raiz



#### 3.3. Hoje → Mecanismo de Fluxo de Massa



Fonte de K<sub>2</sub>O: Cloreto de Potássio

- 60% K<sub>2</sub>O → 49,8 % K
- 46% Cl → K/Cl ≈ 1

KCl

- Maior índice salino IS = 115
- Alta solubilidade (Dissociação)



#### Conclusão:

- ✓ Alta absorção (Fitotoxidez)
- ✓ Alta percolação (Lixiviação)

# Mecanismo de absorção x Competição do sistema



CHUVA



FERTILIZANTE



ABSORÇÃO

SOLO

VOLATILIZAÇÃO

Queimada:  
B ( $H_3BO_3$ )  
N<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O  
S ( $SO_2$ )

Uréia: N ( $NH_3$ )

FIXAÇÃO

$Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  
 $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  
 $H_2PO_4^-$

LIXIVIAÇÃO

$Cl^- > H_3BO_3 > NO_3^- > SO_4^{=2-} > MoO_4^{=2-}$

$K^+ > NH_4^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$

EROSÃO

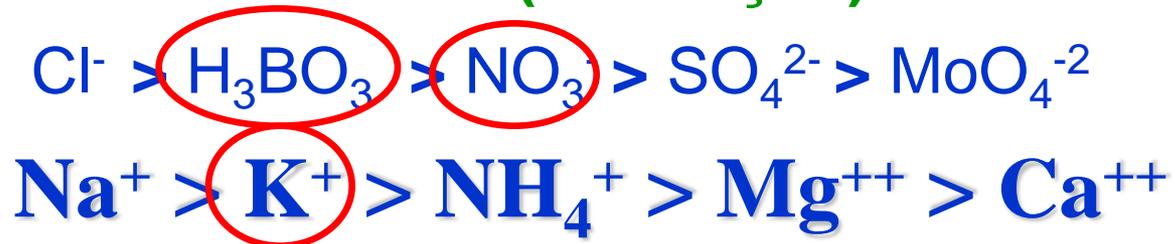
Todos os  
nutrientes

Adubação = ( Planta – Solo ) x f

# Dinâmica do Nutriente



## 1) Fluxo de massa (Lixiviação)



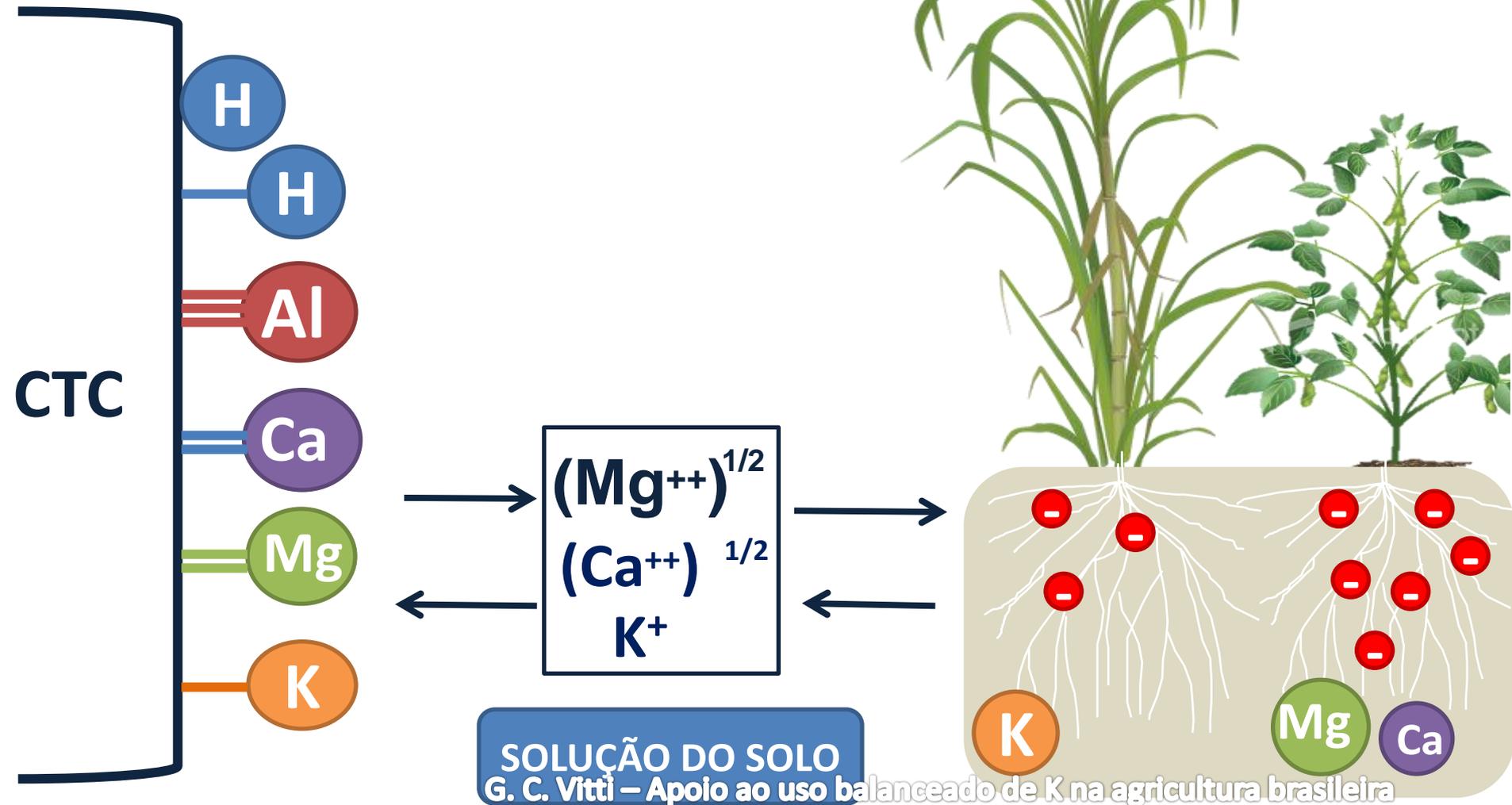
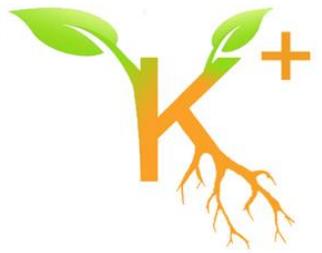
\* *Adubação de Manutenção: N – K<sub>2</sub>O – B*

## 2) Difusão (Fixação no solo)



\* *Efeito Residual: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – Zn – Cu – Mn – Fe*

# MANEJO DO POTÁSSIO – EQUILÍBRIO NO SOLO



## 4. Adubação Potássica

### 4.1. Ontem

Adubação localizada no sulco do plantio e parte em cobertura



#### Consequências:

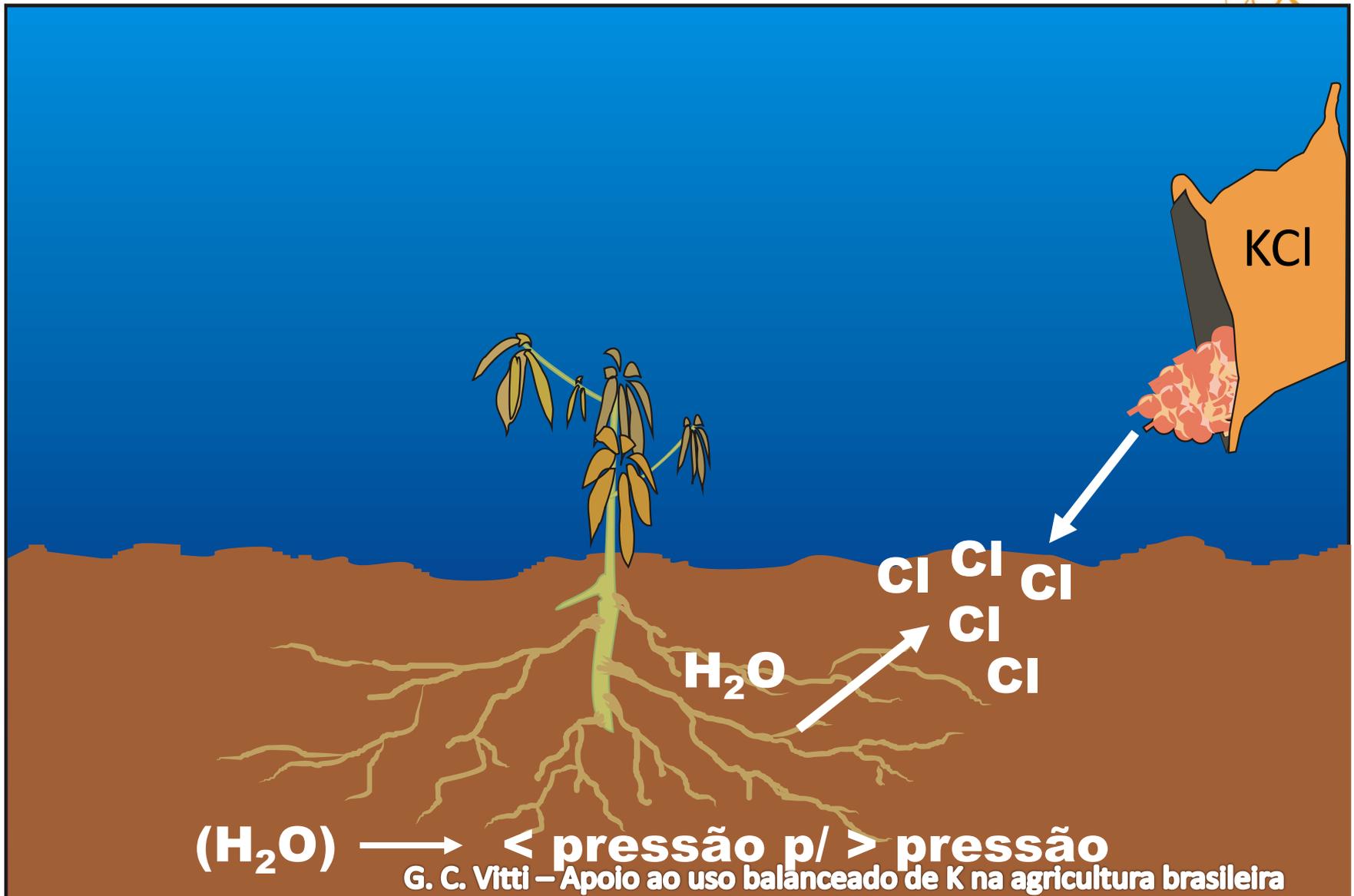
- a. Fitotoxidez: aumento da pressão osmótica da solução do solo
- b. Alta lixiviação: sistema radicular incipiente
- c. Menor desenvolvimento das plantas
- d. Deficiência de K em períodos de maior demanda pelas plantas

Florescimento  
Enchimento de grãos

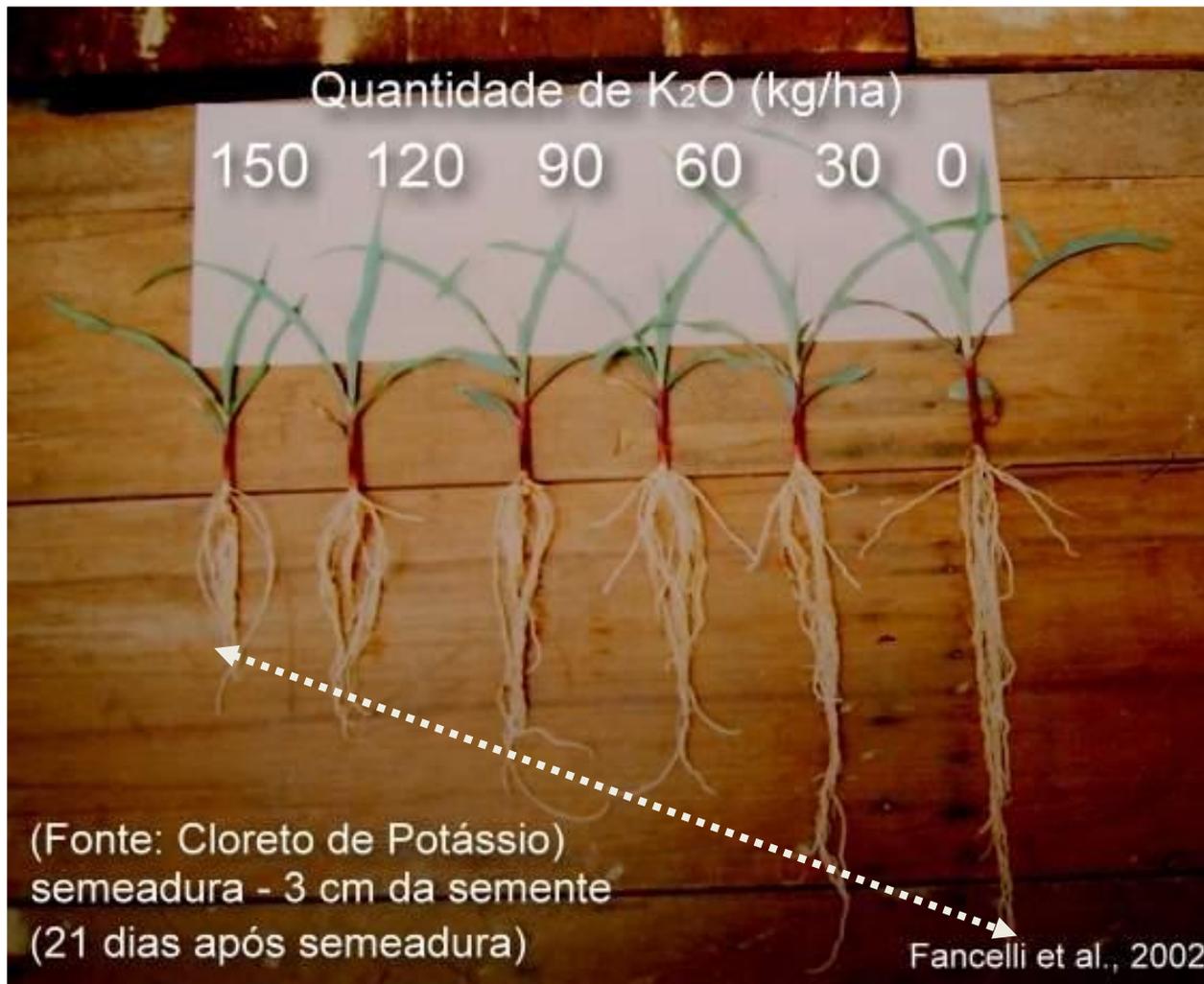
#### Doses máximas no sulco de plantio:

Cultura	K <sub>2</sub> O
	Kg ha <sup>-1</sup>
Soja	40
Milho	60
Cana-de-açúcar	120

# Índice Salino



# Cloreto de Potássio x Salinidade



Usar (no máximo ) **50-60 kg/ha** (\*) de  $K_2O$  no sulco de semeadura

**Fancelli (2009)**

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# Salinidade do KCl



Parcelamento

Sem Parcelar

Foto: Mosaic

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# Aplicação a lanço na semeadura vs. aplicação a lanço na semeadura + cobertura



## Tratamentos

**Lanço na semeadura**

**Lanço na semeadura + cobertura**

----- kg/ha de  $K_2O$  -----

**0**

**0+0**

**40**

**40+0**

**80**

**40+40**

**120**

**40+80**

**160**

**40+120**

**200**

**40+160**

Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: Potafós



➤ Parcelamento ou não de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

➤ 40 + 120 kg/ha;

➤ 80 + 80 kg/ha;

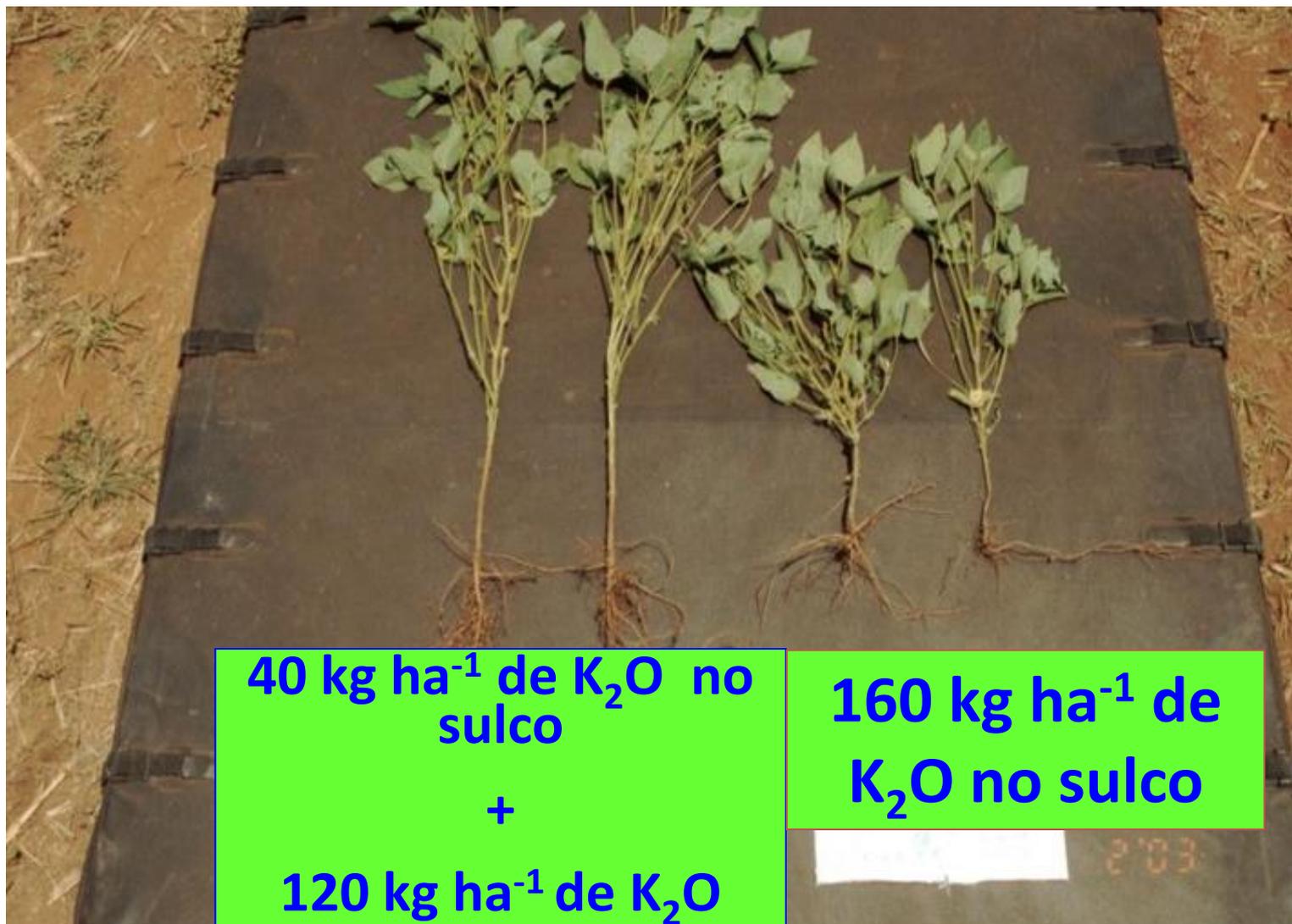
➤ 120 + 40 kg/ha;

➤ 160 + 0 kg/ha;

↑  
**Sulco**

↑  
**Cobertura**

Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR



**40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no sulco**

**+**

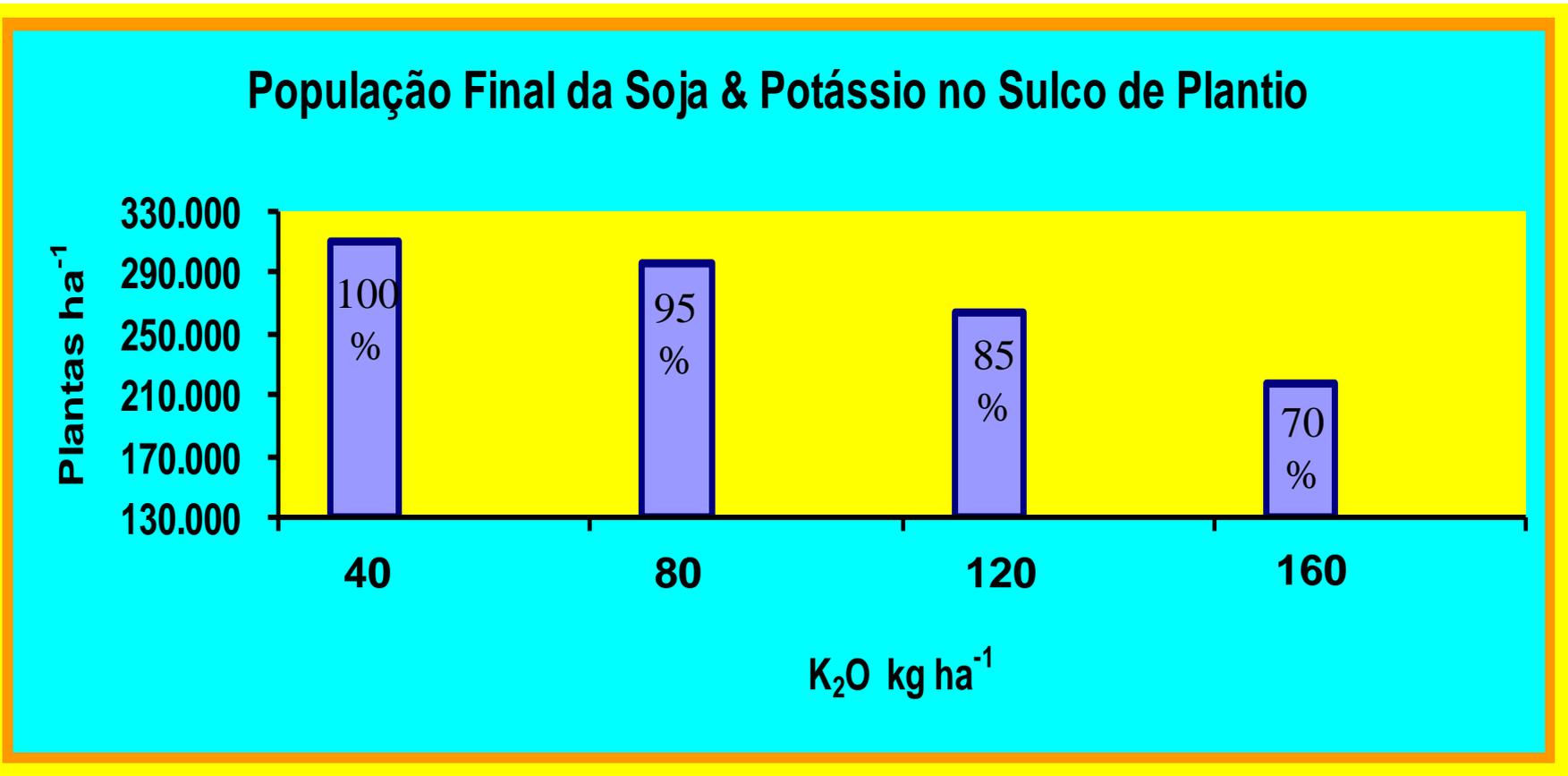
**120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O**

**160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no sulco**

Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR Fonte: Potafós

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# Resultados



Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR

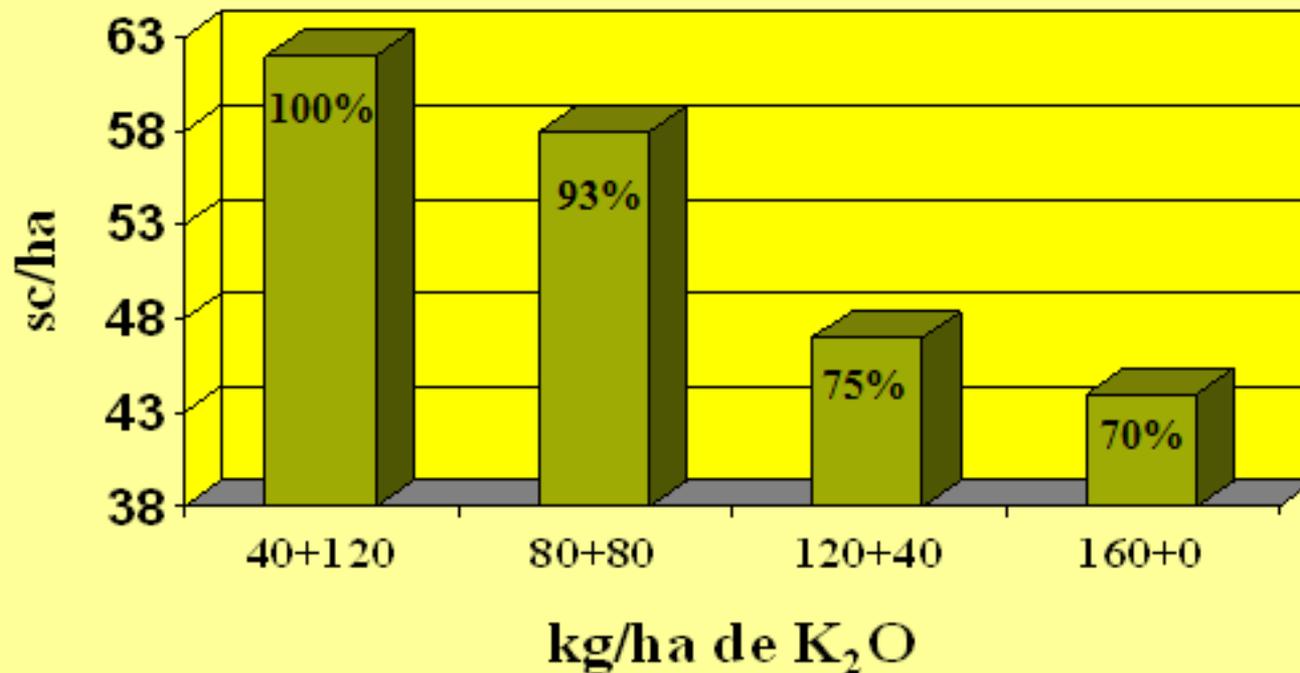
Fonte: Potafós

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira



# Resultados

## Produtividade da Soja & Potássio no Sulco de Plantio

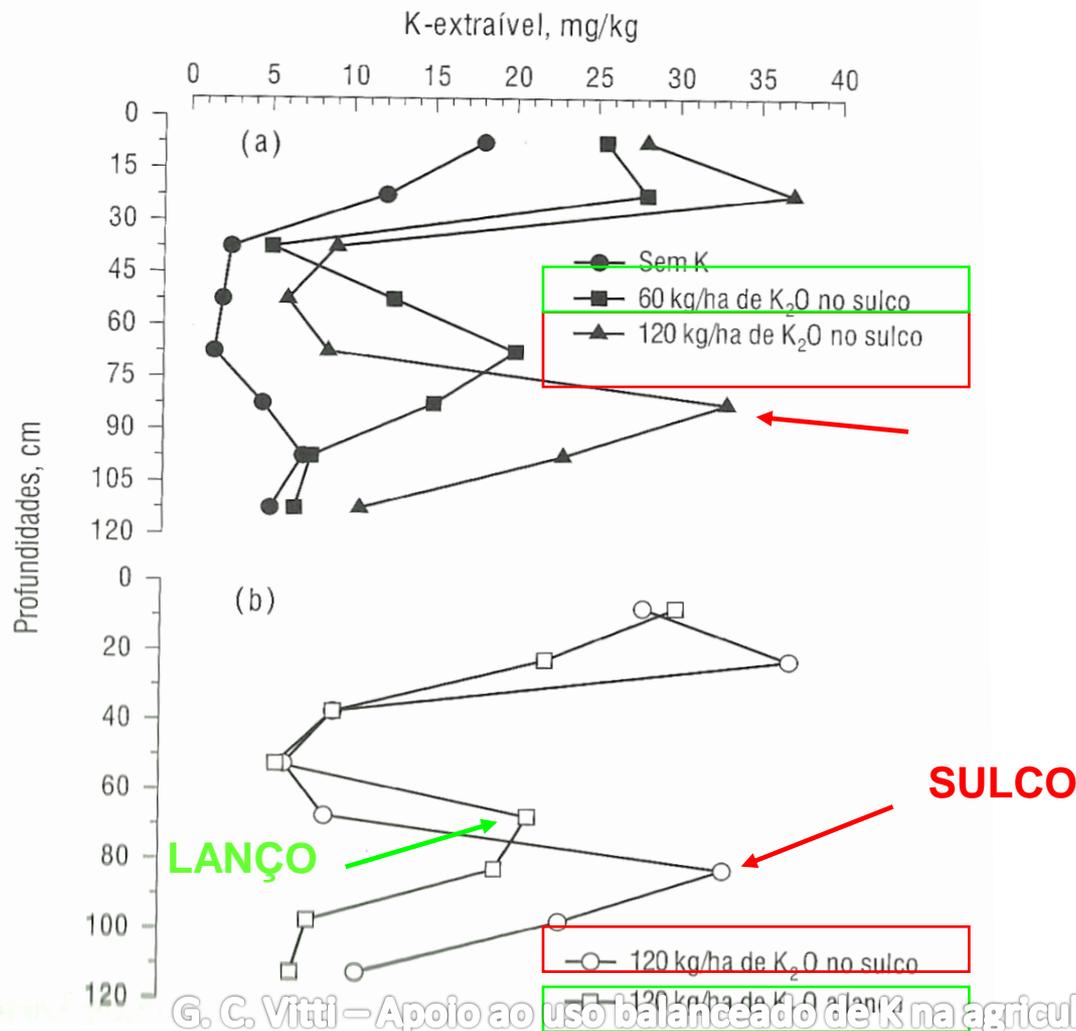


G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Locais: Londrina, Mauá da Serra e Campo Mourão, PR

Fonte: Potafós

# Efeito de doses (a) e modo (b) de aplicação de potássio na lixiviação desse nutriente e um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso da Região do Cerrado.



Fonte: Vilela et al., 2004.



## 4. Adubação Potássica

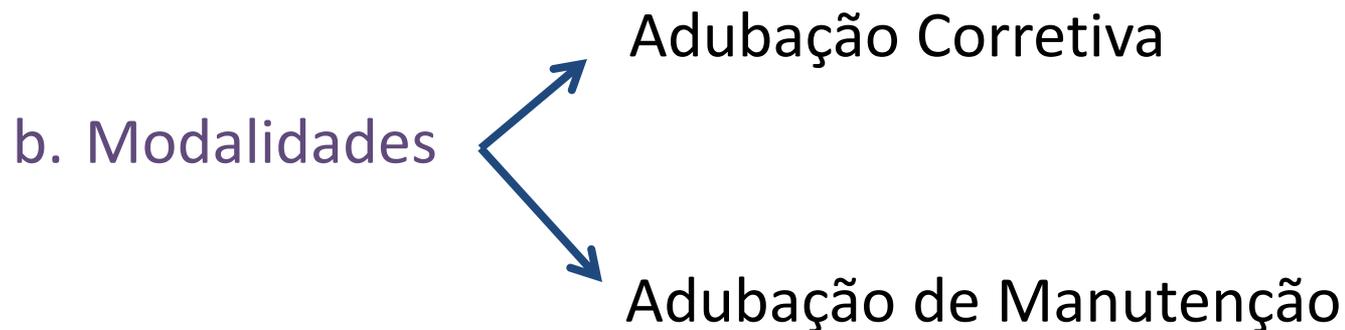
### 4.2 Hoje

Adubação à lanço (Área total)

#### a. Época:

Pré-Plantio → solos argilosos

Pós-Plantio → solos arenosos





## 4. Adubação Potássica

### 4.2.1. Adubação Corretiva

~~Potassagem~~

## 4. Adubação Potássica

### A) EMBRAPA (2004)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

### Análise de Solo K Mehlich

**Tabela de interpretação da análise de solo de K para culturas anuais conforme a disponibilidade do nutriente em solos do Cerrado.**

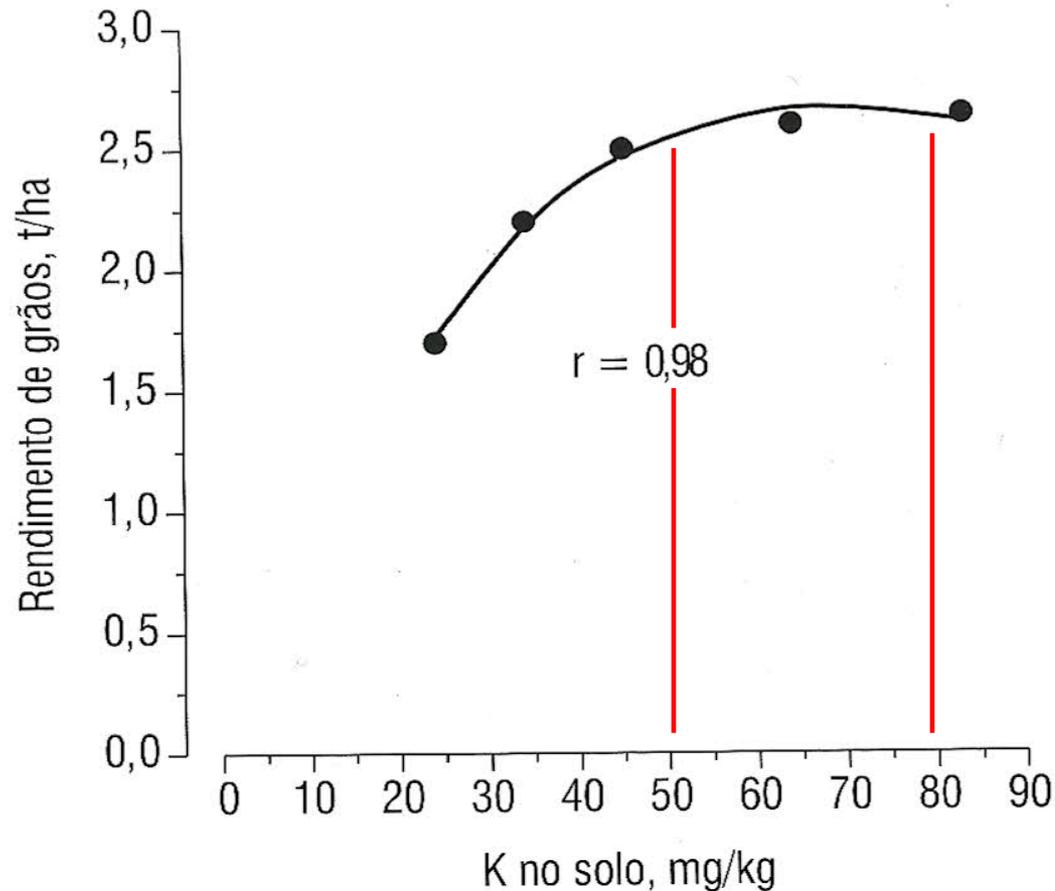
Interpretação	CTC < 4,0 mg/dm <sup>3</sup>	CTC ≥ 4,0
Baixo	≤ 15	≤ 25
Médio	16 a 30	26 a 50
Adequado	31 a 40	51 a 80
Alto	> 40	> 80

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: Vilela et.al.; (2004)



Rendimentos de grãos de soja em função do teor de potássio extraível, (Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de Latossolo Vermelho-Escuro argiloso.



Fonte: Adaptado de Souza; Lobato, 1996.

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica

### A) EMBRAPA (2004)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

**Interpretação da análise do solo e recomendação de adubação corretiva de K para culturas anuais e disponibilidade do nutriente em solos de Cerrado.**

Teor K mg kg <sup>-1</sup>	Interpretação	Corretiva total kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	Corretiva gradual kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
<b>CTC a pH 7,0 menor do que 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			
≤ 15	Baixo	50	70
16 a 30	Médio	25	60
31 a 40	Adequado <sup>1</sup>	0	0
> 40	Alto <sup>2</sup>	0	0
<b>CTC a pH 7,0 igual ou maior do que 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>			
≤ 25	Baixo	100	80
26 a 50	Médio	50	60
51 a 80	Adequado <sup>1</sup>	0	0
> 80	Alto <sup>2</sup>	0	0

<sup>1</sup> Para solos com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se uma adubação de manutenção de acordo com a expectativa de produção. **G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira**

<sup>2</sup> Para solos com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se 50% da adubação de manutenção ou da extração de potássio esperada ou estimada com base na última safra.

## 4. Adubação Potássica

### A) EMBRAPA (2007)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

Quando?

CTC $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	K $\text{mg dm}^{-3}$
<4,0	<30
>4,0	<50

Quanto?

$$\text{K}_2\text{O} (\text{kg ha}^{-1}) = (\text{Teor de K desejado} - \text{Teor de K atual}) \times 2,4$$

$$\text{K} = \text{mg dm}^{-3}$$

MARTHA JR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de (2007)

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica

### A) EMBRAPA (2004)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

Recomendação de adubação corretiva de K para culturas perenes e semiperenes em solos de Cerrado.

Teor de K	Interpretação	Corretiva Total
----mg/kg----	----- kg de K <sub>2</sub> O/ha-----	
CTC a pH 7,0 menor do que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>		
≤ 15	Baixo	50
16 a 30	Médio	25
31 a 40	Adequado <sup>1</sup>	0
> 40	Alto <sup>2</sup>	0
CTC a pH 7,0 igual ou maior do que 4,0 cmolc/dm <sup>3</sup>		
≤ 25	Baixo	100
26 a 50	Médio	50
51 a 80	Adequado <sup>1</sup>	0
> 80	Alto <sup>2</sup>	0

<sup>1</sup> Para solos com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se uma adubação de manutenção de acordo com a expectativa de produção. G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

<sup>2</sup> Para solos com teores de potássio dentro dessa classe, recomenda-se 50% da adubação de manutenção ou da extração de potássio esperada ou estimada com base na última safra.

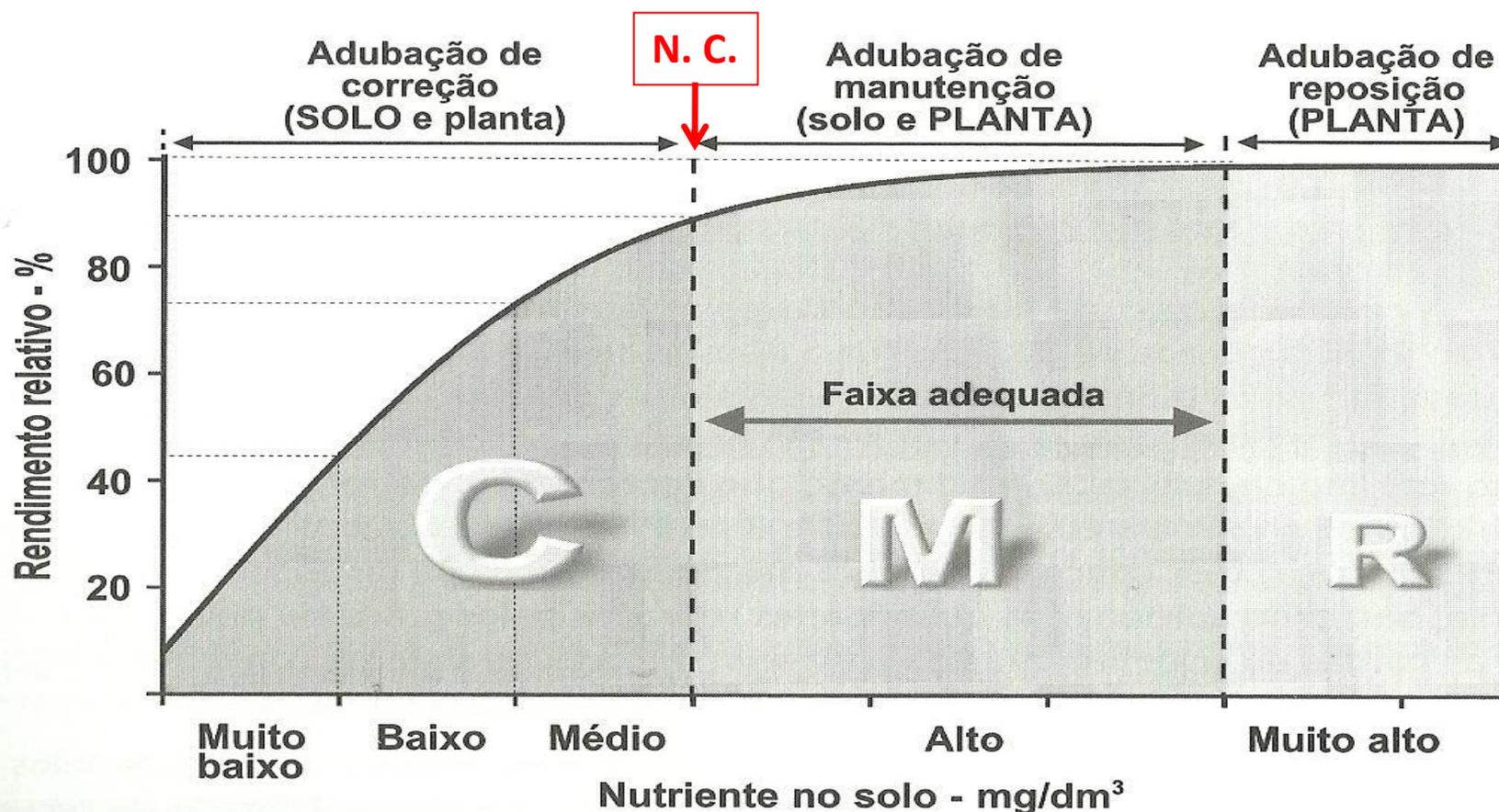
## 4. Adubação Potássica



### 4.2.1. Adubação Corretiva

B) Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004)

### *Curva de calibração*



**Figura 7.1.** Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo (adaptado de Gianello & Wietholter, 2004).

# Recomendações



- **Muito Baixo a baixo**
  - Corretiva
  - Adubação
    - Nutriente para alcançar nível alto + reposição : exportação
- **Médio**
  - Adubação
    - Nutriente para alcançar nível alto + reposição : exportação
- **Alto a muito alto**
  - Adubação
    - Reposição : exportação
    - bom senso

## 4. Adubação Potássica

### 4.2.1. Adubação Corretiva

B) Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004)



**Tabela** Interpretação do teor de potássio conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0

Interpretação	CTC <sub>pH 7,0</sub> (cmol <sub>d</sub> /dm <sup>3</sup> )		
	> 15,0	5,1 - 15,0	≤ 5,0
	----- mg de K/dm <sup>3</sup> -----		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	31 - 60	21 - 40	16 - 30
Médio	61 - 90	41 - 60	31 - 45
<b>Alto</b>	<b>91 - 180</b>	<b>61 - 120</b>	<b>46 - 90</b>
Muito alto	> 180	> 120	> 90

## 4. Adubação Potássica

### 4.2.1. Adubação Corretiva

B) Comissão de Química e  
Fertilidade do Solo – RS/SC  
(2004)



## Adubação corretiva de Potássio

Quantidades de potássio a serem adicionadas ao solo para a adubação de correção total

Interpretação de K no solo	POTÁSSIO
	kg de K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>
Muito Baixo	120
Baixo	60
Médio	30

✓ No estabelecimento das doses da tabela acima, considerou-se a capacidade tampão dos solos em K (kg de K<sub>2</sub>O necessário para aumentar, na análise, 1 mg de K/dm<sup>3</sup> de solo) e a capacidade de elevar a concentração desse elemento no solo até o teor crítico.

## 4. Adubação Potássica

### C) Fundação MS(2013)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

**Interpretação dos teores de K no solo, extraído por Mehlich-1, em função do teor de argila.**

Teor de K no Solo (Mehlich-1)				
Argila	Baixo	Médio	Alto	K na CTC ideal
%	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%
<= 15	< 0,07	0,08 a 0,12	> 0,12	4
16 a 30	< 0,13	0,14 a 0,20	> 0,20	4
31 a 45	<0,17	0,18 a 0,25	> 0,25	4
46 a 60	<0,20	0,25 a 0,35	> 0,35	4
> 60	<0,27	0,28 a 0,45	> 0,45	4

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: Broch&Ranno, 2012a, adaptado por Tecnologia e Produção Milho Safrinha e culturas de inverno, Fundação MS. 2013.

## 4. Adubação Potássica

C) Fundação MS(2013)



### 4.2.1. Adubação Corretiva

**Indicação de adubação potássica corretiva, de acordo com a classe de disponibilidade de K no solo.**

Níveis de K	Adubação Corretiva	
	Solos Argilosos	Solos Arenosos
	> 30% de argila	< 30% de argila
	kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	
Baixo	150	80
Médio	75	50
Alto	0	0

Fonte: Broch&Ranno, 2012b, adaptado por Tecnologia e Produção Milho Safrinha e culturas de inverno, Fundação MS. 2013.

## 4. Adubação Potássica

### D) COAMO – PR (2013)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

Nutriente	Decisão da correção		Elevar nível na CTC (%) para (K% desejado)	KCl (kg ha <sup>-1</sup> )	Fontes	Eficiência
	Teor Argila (%)	% CTC Limite p/Correção				
K Potassagem	< 20	Não corrigir	Não corrigir	Atingir o valor de K%CTC desejado *	Exclusivo KCl	100 %
	20 - 40	< 2,0 %	2,5 %			
	40 - 60	< 2,75 %	3,25 %			
	> 60	< 3,5 %	4,0 %			

Fonte:  COAMO, informação pessoal Joaquim Mariano, 2013

$$*KCl \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = [(K\% \text{ desejado} \times CTC) - (100 \times K \text{ análise})] \times 16$$

K% desejado = % adequada de K na CTC (tabela)

CTC = capacidade de troca de cátions (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)

K análise = teor de K apontado na análise de solo (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica

### E) Fundação MT (2008)



#### 4.2.1. Adubação Corretiva

Níveis de potássio no solo e recomendação de adubação ( $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ) em função da produtividade desejada

Níveis	K no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	$\text{kg ha}^{-1}$ $\text{K}_2\text{O}$ 55 a 60 sacas $\text{ha}^{-1}$
Bom	>60	$\leq 72^*$
Médio	40 a 60	80 a 100
Baixo	20 a 40	100 a 120
Muito baixo	< 20	120 a 140

Fonte: Fundação MT

\*  $60 \text{ sc. ha}^{-1} = 3,6 \text{ t} \times 20 \text{ kg de K}_2\text{O/ tonelada} = 72$

## 4. Adubação Potássica

### 4.2.1. Adubação Corretiva

F) S/A Agroindustrial  
Eldorado (Vitti, 2009)



## \* Critério para Sucessão Soja safra / Milho safrinha

$$K \% CTC = 4,0$$

### Fórmula:

$$NKCl \text{ (kg/ha)} = 1600 \times [ (0,04 \times CTC *_{(0-20)}) - K *_{(0-20)} ]$$

(\* ) CTC e K =  $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$

$$K \rightarrow 1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = 10 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3} = \frac{\text{mg dm}^{-3}}{390}$$

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: Grupo de Apoio à Pesquisa e Extensão (GAPE).



Safra 2008-2009 – 65 sacas/ha

G. C. Vittori – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

S/A Agroindustrial Eldorado – Uberlândia, MG

20 1 2009



Safra 2010-2011 – 180 sacas/ha

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

**Extração de potássio por algumas culturas e forrageiras cultivadas na Região do Cerrado.**

Culturas/forrageiras <sup>1</sup>	Parte colhida	Extração de K <sub>2</sub> O kg t <sup>-1</sup>
Arroz	Grãos	3,6
Milho	Grãos	6
Sorgo	Grãos	6
Soja	Grãos	20
Feijão	Grãos	25
Capim Napier	Parte aérea	24
Capim Marandu	Parte aérea	22
Brachiaria decumbens	Parte aérea	16

<sup>1</sup> Os dados dos cereais e das forrageiras foram adaptadas de Cantarella et al. (1996) e Werner et al. (1996), respectivamente.

## 4. Adubação Potássica



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

**Recomendação de adubação potássica para o plantio de pastagens consorciada e solteira em decorrência da análise de solo.**

Teor de K no solo <sup>(1)</sup>		Doses de potássio	
CTC - $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$		Pastagem	Pastagem
<4	>4	consorciada	solteira
$\text{mg dm}^{-3}$		$\text{kg ha}^{-1} \text{K}_2\text{O}$	
< 15	< 25	60	50
15 a 40	25 a 50	40	30
> 40	> 50	30	0

<sup>(1)</sup>  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de K =  $391 \text{ mg dm}^{-3}$  de K ou  $391 \text{ mg kg}^{-1}$ .

## 4. Adubação Potássica



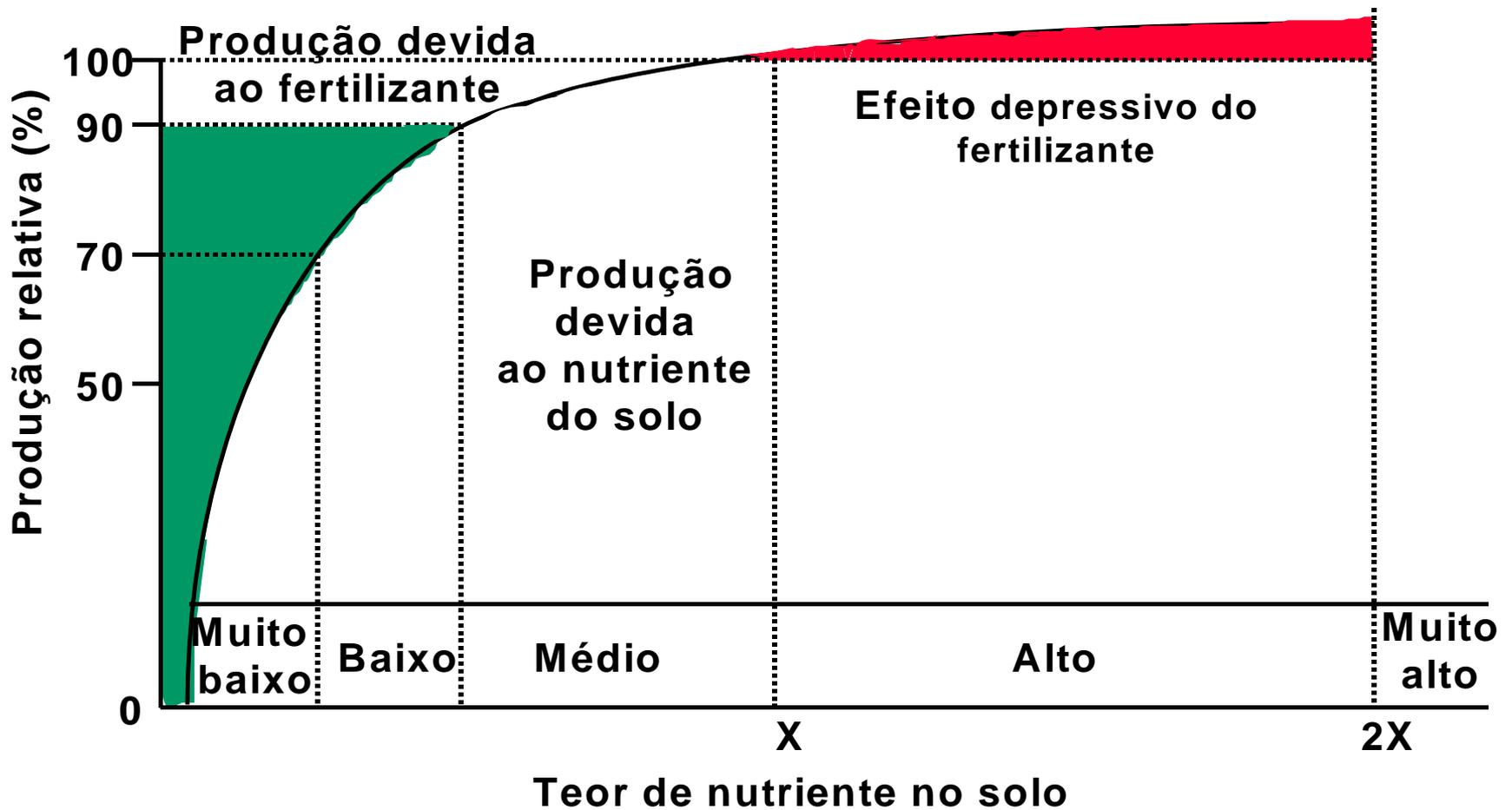
### 4.3 Adubação de Manutenção

a.  $K \text{ solo} \geq 1,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3} = 0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = 64 \text{ mg dm}^{-3}$

b. Quantidades exportadas ( $K_2O$ )

Culturas	Quantidade
Soja	20 kg t <sup>-1</sup> grãos
Milho	6 kg t <sup>-1</sup> grãos
Feijão	25 kg t <sup>-1</sup> grãos
Algodão	20 kg t <sup>-1</sup> em caroço
Cana-de-açúcar	185 kg. 100t <sup>-1</sup> colmo
Trigo	10 kg t <sup>-1</sup>

# Interpretação



G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

$X = K \text{ solo} \geq 1,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3} = 0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} = 60 \text{ mg dm}^{-3}$

## 4. Adubação Potássica A) Boletim Técnico 100 – IAC (1997)



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

## Interpretação de Análise de Solo

### - K Resina

Limites de classes de teores de P solúvel e K<sup>+</sup> trocável

Teor	Produção Relativa %	K <sup>+</sup> Trocável mmolc dm <sup>-3</sup>
Muito baixo	0 – 70	0 – 0,7
Baixo	71 – 90	0,8 – 1,5
<b>Médio</b>	91 – <b>100</b>	1,6 – <b>3,0</b>
Alto	> 100	3,1 – 6,0
Muito alto	> 100	> 6,0

\* Não há diferença prática de valores determinados por Mehlich ou Resina

Fonte: Raij, 1996.

**1 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> K = 96 kg/ha de K<sub>2</sub>O**

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

**Adubação corretiva deve ser feita quando K < 1,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>**

## 4. Adubação Potássica A) Boletim Técnico 100 – IAC (1997)



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

#### Soja – Adubação de Manutenção

Produtividade esperada	K trocável, mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			
	0,07	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha <sup>-1</sup>	-----K <sub>2</sub> O, kg/ha-----			
1,5 – 1,9	60	40	20	0
2 – 2,4	70	50	30	20
2,5 - 2,9	70	50	50	20
3 - 3,4	80	60	50	30
3,5 – 4	80	60	60	40

Fonte: Rajj et al. 1996.

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

- Doses acima de 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O, utilizar metade da dose em cobertura, 30 dias (cultivares precoces) ou 40 dias (tardias) após a germinação

## 4. Adubação Potássica A) Boletim Técnico 100 – IAC (1997)



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

# Milho

Produtividade	K trocável, mmolc/dm <sup>3</sup>						
	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0
t/ha	K <sub>2</sub> O, kg/ha - PLANTIO*				K <sub>2</sub> O, kg/ha - COBERTURA		
2-4	50	40	30	0	0	0	0
4-6	50	50	40	20	20	0	0
6-8	50	50	50	30	60	20	0
8-10	50	50	50	40	90**	60	20
10-12	50	50	50	50	110**	80**	40

Máximo 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O no plantio

\*\* Solos argilosos, K muito baixo a baixo e doses superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup>, aplicar em pré-plantio a dose + 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

•K - MB a B – 140 a 190 kg ha<sup>-1</sup>

•K médio – 80 a 140 kg ha<sup>-1</sup>

•K alto (> NC) – repor exportação – 60 a 90 kg ha<sup>-1</sup>

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

#### B) Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC

Interpretação do teor de K no solo	Potássio por cultivo	
	1º	2º
	kg de K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup>	
Muito Baixo	110	70
Baixo	70	50
Médio	60	30
Alto	30	30
Muito Alto	0	<30

✓ Para a expectativa de rendimento maior do que 4 t ha<sup>-1</sup>, acrescentar aos valores da tabela, 15 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 4. Adubação Potássica



### 4.2.2. Adubação de Manutenção

Mehlich (COAMO/CODETEC Paraná)

**Ontem**

Níveis de interpretação dos teores de potássio (K) na análise de solo para as cultura (Mehlich)

Níveis ou classes	Cultura				
	Soja		Milho		Safrinha
	Argiloso*	Arenoso*	Argiloso*	Arenoso*	
	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$				
Baixo	$\leq 0,10$	<del><math>\leq 0,25</math></del>	$\leq 0,10$	<del><math>\leq 0,10</math></del>	$\leq 0,10$
Médio	0,11 – <del>0,20</del>	<del>0,26 – 0,50</del>	0,11 – <del>0,30</del>	<del>0,11 – 0,30</del>	0,11 – <del>0,30</del>
Alto	0,21 – 0,30	<del><math>&gt;0,50</math></del>	$>0,30$	<del><math>&gt;0,30</math></del>	$>0,30$
Muito alto	$> 0,30$	-	-	-	-

\*solos argilosos com teores de argila  $\geq 360 \text{ g.kg}^{-1}$  e arenosos  $\leq 350 \text{ g.kg}^{-1}$

Fonte: Embrapa, 199; Oliveira ET al 1989; IAPAR 2000.

## 4. Adubação Potássica

### 4.2.2. Adubação de Manutenção

**Ontem**



Quantidade de potássio ( $K_2O$ )  
recomendada

Níveis ou classes	Milho		Safrinha
	Normal		
	Argiloso*	Arenoso*	
		kg ha <sup>-1</sup>	
Baixo	60 - 70	<del>60 - 70</del>	30
Médio	40 - 60	<del>50 - 60</del>	20
Alto	30 - 40	<del>40 - 50</del>	-
Muito alto	-	-	-

\*solos argilosos com teores de argila  $\geq 360$  g.kg<sup>-1</sup> e arenosos  $\leq 350$  g.kg<sup>-1</sup>

Fonte: Embrapa, 1999; Oliveira ET al 1989; IAPAR 2000.

## 4. Adubação Potássica

### 4.2.2. Adubação de Manutenção



# Cana-de-açúcar

**Equivalência entre o m<sup>3</sup> de diferentes tipos de vinhaça e fertilizantes minerais.**

Tipo de Vinhaça	kg de Fertilizante		
	Ureia	Supertriplo	Cloreto de Potássio
m <sup>3</sup>			
Mosto de Melaço	1,49	0,45	9,22
Mosto de Caldo	0,89	0,60	4,47
Mosto Misto	0,65	0,49	2,55

# CETESB



$$V = \frac{[(0,05 \times CTC - K_{\text{solo}}) \times 3744 + 185]}{K_{\text{vinhaça}}}$$

V = volume em m<sup>3</sup> de vinhaça a ser aplicado por hectare;

CTC = Capacidade de Troca Catiônica, expressa em cmolc/dm<sup>3</sup> a pH 7,0

K<sub>solo</sub> ou K<sub>s</sub> = concentração de potássio – K<sup>+</sup> no solo em cmolc/dm<sup>3</sup>

185 = quantidade em kg de K<sub>2</sub>O/há extraído pela cana-de-açúcar por corte;

K<sub>vinhaça</sub> ou K<sub>v</sub> = concentração de K<sup>+</sup> na vinhaça, expressa em kg de K<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>

CTC cmolc/dm <sup>3</sup>	K <sub>solo</sub> cmolc/dm <sup>3</sup>	K% CTC %	K <sub>vinhaça</sub> kg K <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>	Equação m <sup>3</sup> /há
3,0	0,035	1,2	3,0	205
3,0	0,115	3,8	3,0	105
3,0	0,225	7,5	3,0	-32
3,0	0,45	15,0	3,0	-313
5,0	0,035	0,7	3,0	330
5,0	0,115	2,3	3,0	230
5,0	0,225	4,5	3,0	93
5,0	0,45	9,0	3,0	-188
7,5	0,035	0,5	3,0	486
7,5	0,115	1,5	3,0	386
7,5	0,225	3,0	3,0	249
7,5	0,45	6,0	3,0	-32
10,0	0,035	0,4	3,0	642
10,0	0,115	1,2	3,0	542
10,0	0,225	2,3	3,0	405
10,0	0,45	4,5	3,0	124

**Tabela.** Níveis de NPK indicados para cafezais adultos, de acordo com seus níveis de produtividade.



Produtividade básica (scs/ha)	Nutrientes indicados kg/ha (*)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
20 sacas	120-160	15-20	120-130
30 sacas	180-240	18-40	170-220
40 sacas	250-310	25-50	240-270
50 sacas	310-390	30-60	300-330
60 sacas	380-470	40-80	360-400

(\*) Estes níveis básicos devem ser ajustados de acordo com a análise de solos para PK considerando, ainda, a textura do solo **onde os arenosos exigem mais NK**, também, as condições climáticas, em áreas quentes devendo-se acrescentar 15-20% de N e em áreas frias 10-15% menos de N. Caso seja possível, ajudar os 2 últimos parcelamentos de N conforme a análise foliar.

# 5. Adubação localizada x Adubação a lanço



**ESTUDO DE CASO**  
**Safra 2010 - 2011**

**Grupo Eldorado: Uberlândia/MG**



**Cobertura em V4: 06 de dezembro de 2010**



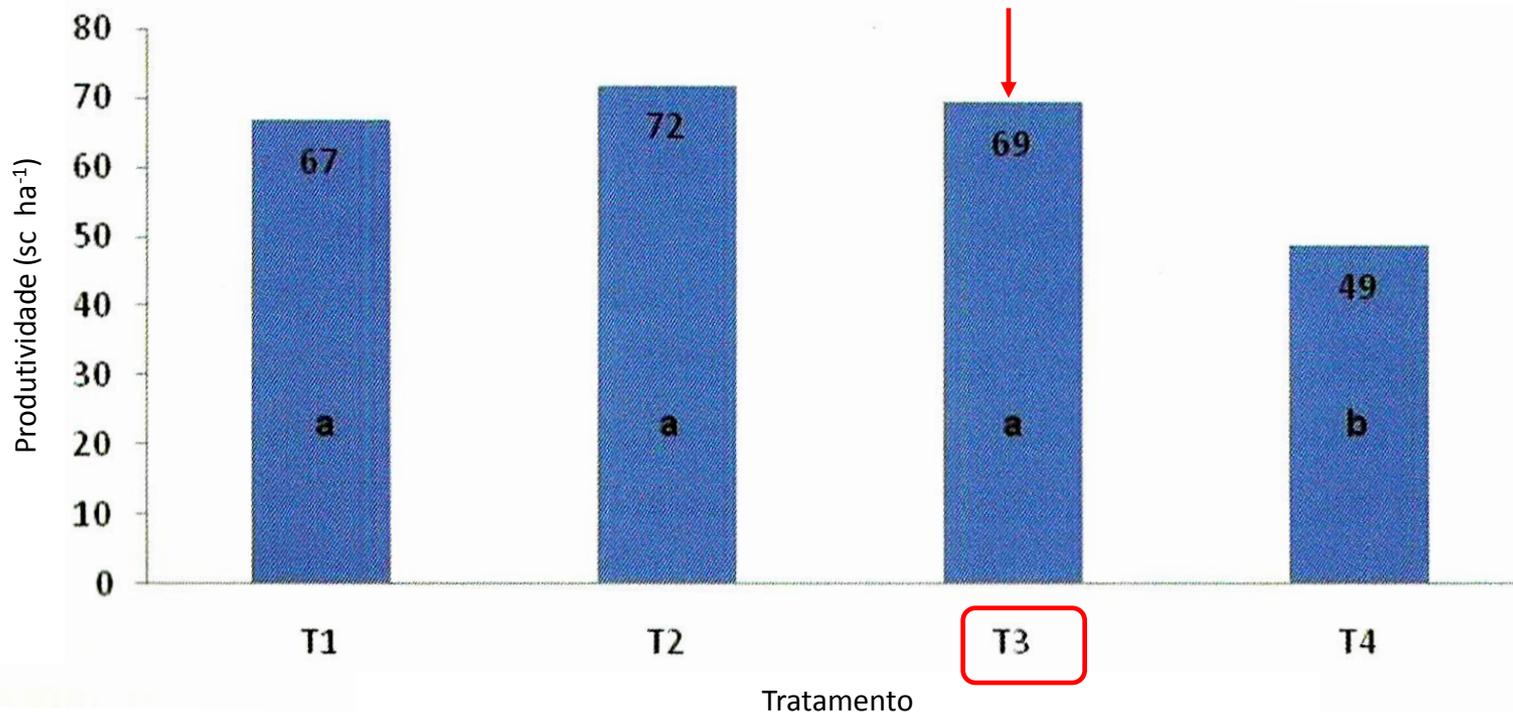
LUZ et. al., 2011 – dados não publicados

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

## 5. Adubação localizada x Adubação a lanço



Produtividade da cultura da soja no 9º cultivo consecutivo, em função de diferentes formas de aplicação da adubação



Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ( $p \leq 0,05$ )

**T1: 100% da dose no sulco de semeadura**

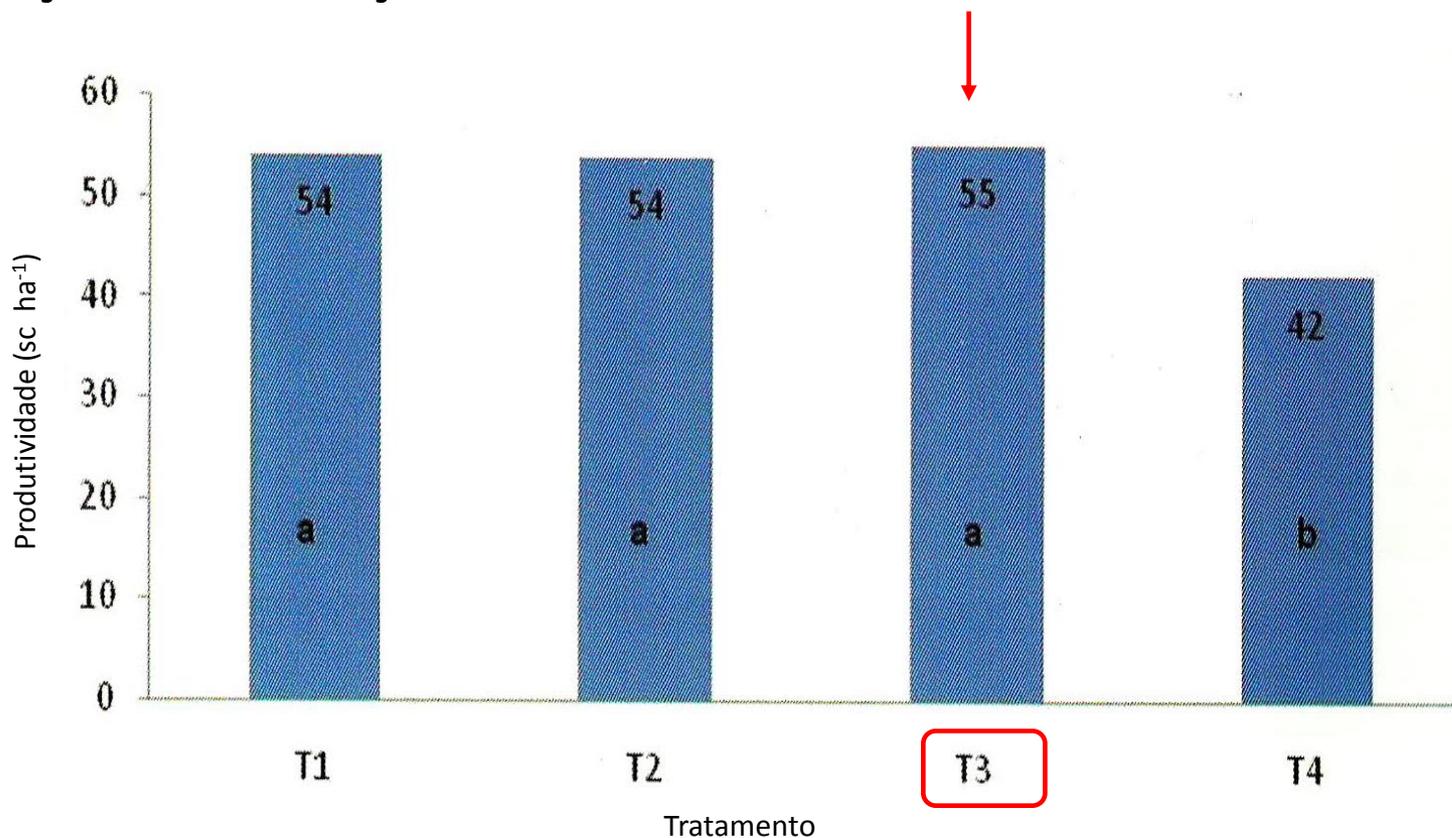
**T2: 50% da dose antecipada e 50% no sulco de semeadura**

**T3: 100% da dose antecipada**

**T4: controle, sem adubação.**

G. C. Vitti - Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Produtividade média da cultura da soja em nove anos de cultivo consecutivo, em função de diferentes formas de aplicação da adubação.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ( $p \leq 0,05$ )

T1: 100% da dose no sulco de semeadura

T2: 50% da dose antecipada e 50% no sulco de semeadura

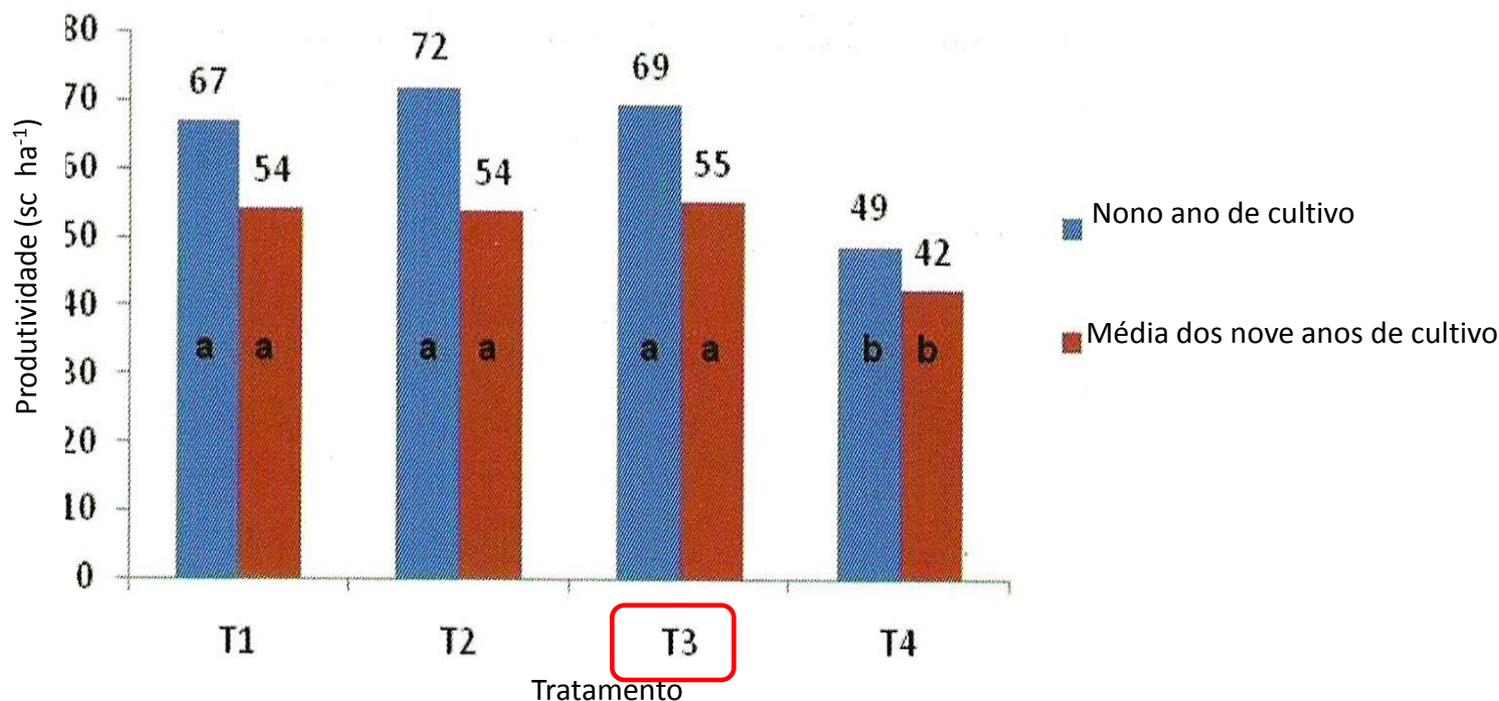
T3: 100% da dose antecipada

T4: controle, sem adubação.

G. C. Vinolo - Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: 12º Workshop CTC Agricultura – COMIGO, 2013

Produtividade da cultura da soja no nono cultivo consecutivo e média de nove anos de condução de experimento, em função de diferentes formas de aplicação da adubação.



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas de mesma cor não diferem pelo teste de Tukey, ( $p \leq 0,05$ )

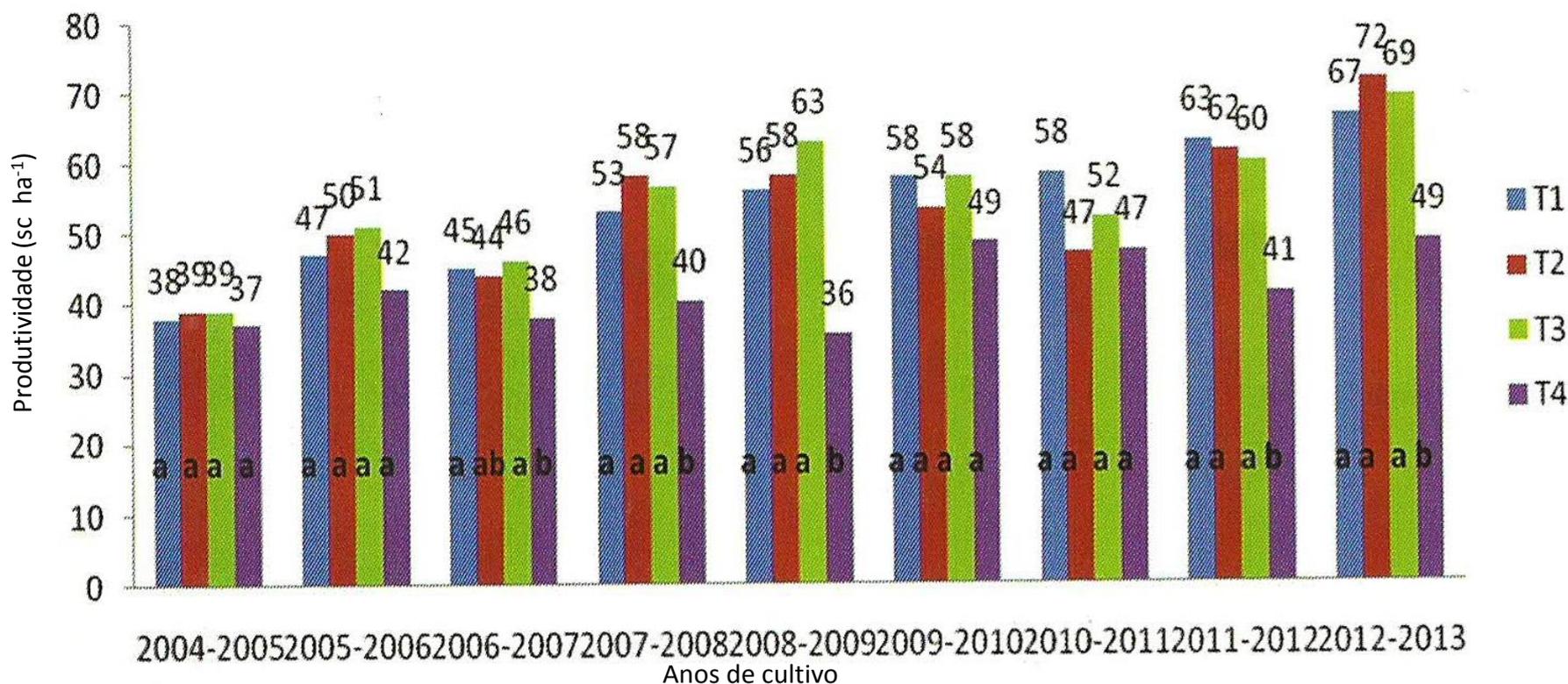
T1: 100% da dose no sulco de semeadura

T2: 50% da dose antecipada e 50% no sulco de semeadura

T3: 100% da dose antecipada

T4: controle, sem adubação.

# Produtividade média da cultura da soja, em cada safra de cultivo, em nove anos de avaliação, em função de diferentes formas de aplicação da adubação.

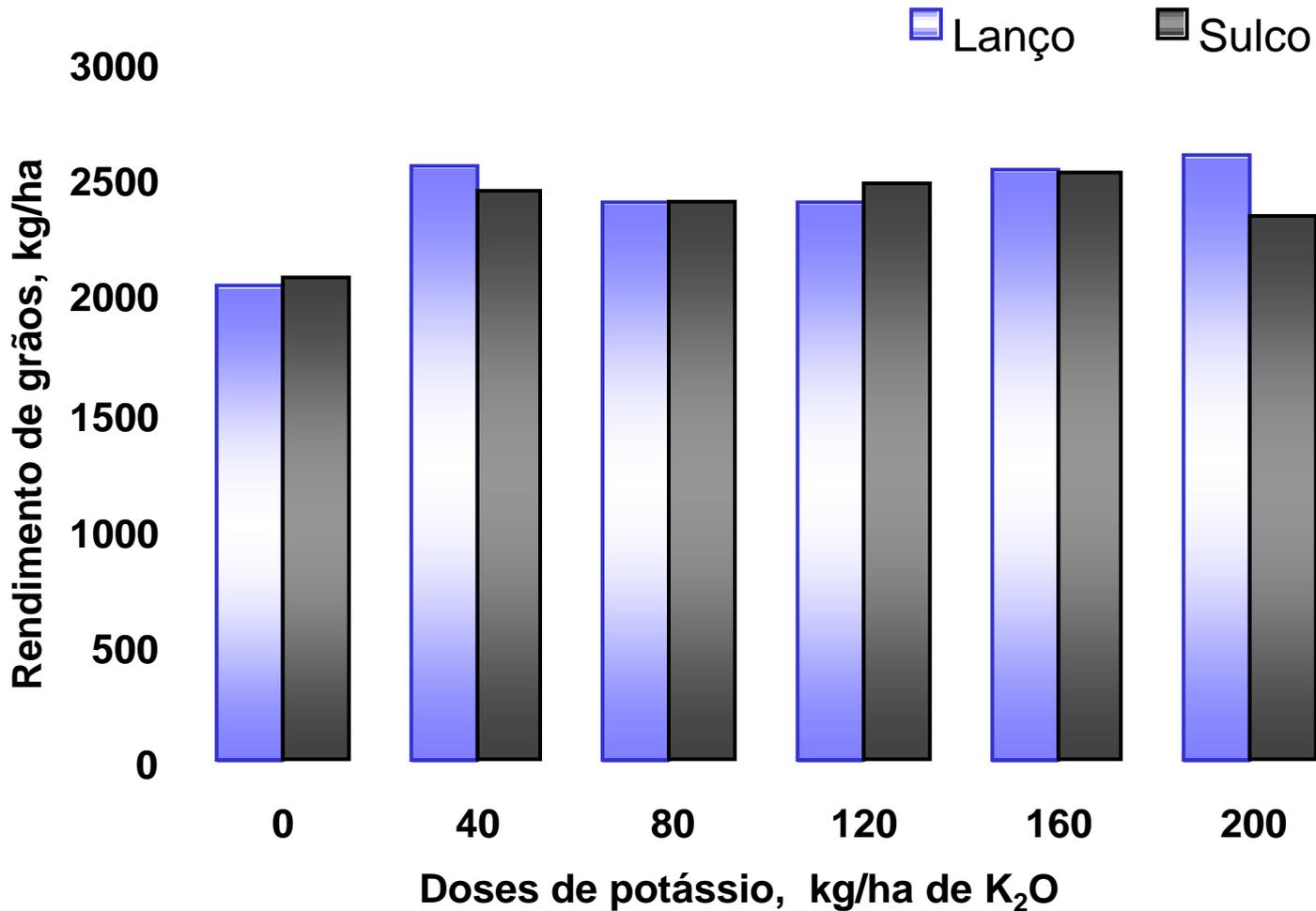


Médias seguidas pela mesma letra, em cada ano de cultivo, não diferem pelo teste de Tukey, ( $p \leq 0,05$ )

- T1: 100% da dose no sulco de semeadura
- T2: 50% da dose antecipada e 50% no sulco de semeadura
- T3: 100% da dose antecipada
- T4: controle, sem adubação.

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# K à Lanço vs Sulco

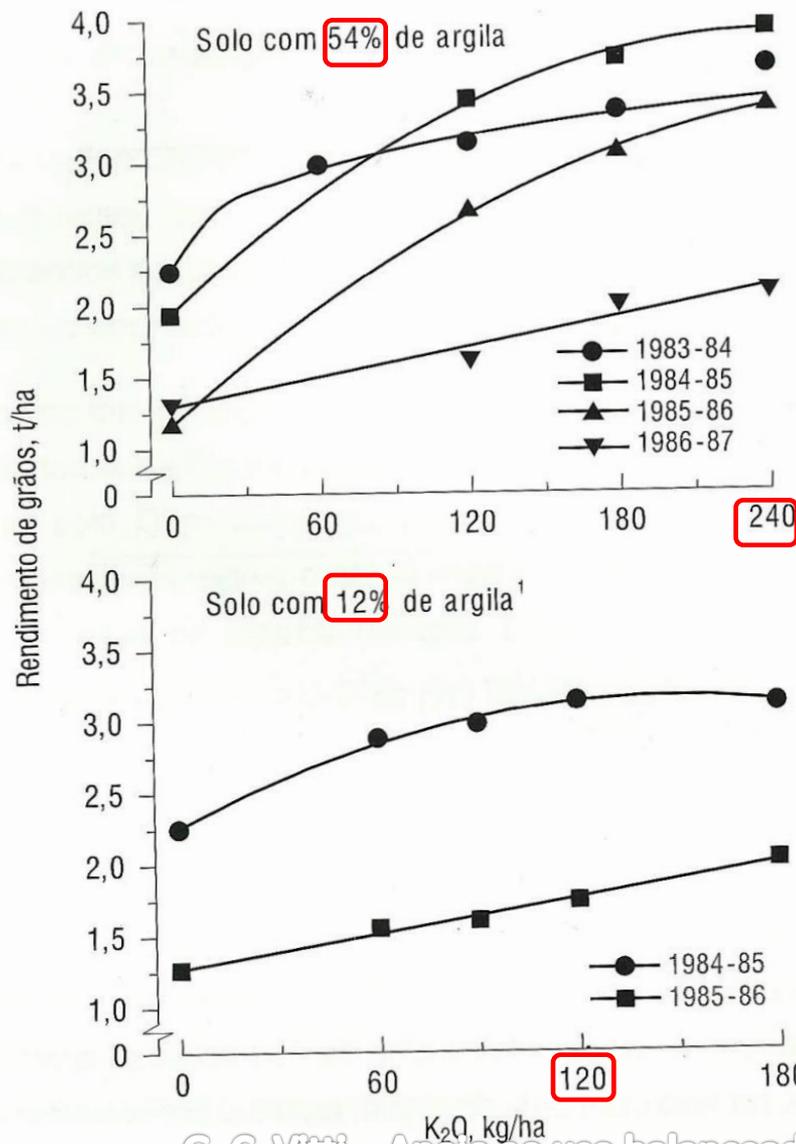


Latossolo Vermelho, 32 % argila, Ponta Grossa, PR.

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

CASTRO et al. (2004)

# Rendimento de grãos de soja em função de doses de potássio aplicadas a lanço, antes do primeiro cultivo, em dois solos da Região de Cerrado.



Fonte: <sup>1</sup>Resultados adaptados de Oliveira et al, 1992; Vilela et al, 2004.



## Efeito do modo de aplicação de potássio no rendimento de grãos de soja (Savana, Paraná e IAC 8), em três solos de Cerrado.

Modo de aplicação	Doses de K <sub>2</sub> O	Solos		
		Glei Pouco-Húmico, argiloso	Latossolo Vermelho-Amarelo	Areia Quartzosa <sup>2</sup>
		kg ha <sup>-1</sup>		
	0	2242	1045	2252
no sulco	60	2985	1392	2618
a lanço	60	2945	1457	2881
sulco + cobertura <sup>1</sup>	30 + 30	2981	1464	2979

<sup>1</sup> Adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a emergência das plantas de soja.

<sup>2</sup> Fonte: Adaptado de Oliveira et al., 1992.

## 5. Conclusão



- 5.1 Em solos tropicais (Argila 1:1 tipo caulinita) e óxidos de Fe e Al, a carga negativa permanente é zero porém, com carga negativa pH dependente, originária da dissociação de  $H^+$  das superfícies das argilas
- 5.2 O K não apresenta fixação, diferentemente dos solos de climas tropicais sendo o K quantificado na análise do solo, o K disponível (K trocável + K solução)
- 5.3 O  $K^+$  é altamente movél no solo (K trocável), com caminhamento por fluxo de massa e associada a fonte cloreto causa altas perdas por lixiviação e fitotoxidez quando aplicado de forma localizada no plantio, no momento em que o sistema radicular da planta é incipiente, ocasionado também deficiência deste nutriente em épocas de maior extração (florescimento e enchimento de grãos)



## 5. Conclusão

5.4 O K deve ser aplicado preferencialmente à lanço (área total), resultando em:

- a) Manutenção ou ganhos de produtividade (menor efeito salino e lixiviação);
  
- b) Aplicação de KCl de forma isolada leva a melhor qualidade de aplicação uma vez que na mistura de grânulos NPK esta fonte é lançada à maiores distâncias (maior segregação);

## Por que o fertilizante mineral tem baixa eficiência?



**Fertilizante Mineral (Perdas)**

**Volatilização: N amoniacal**

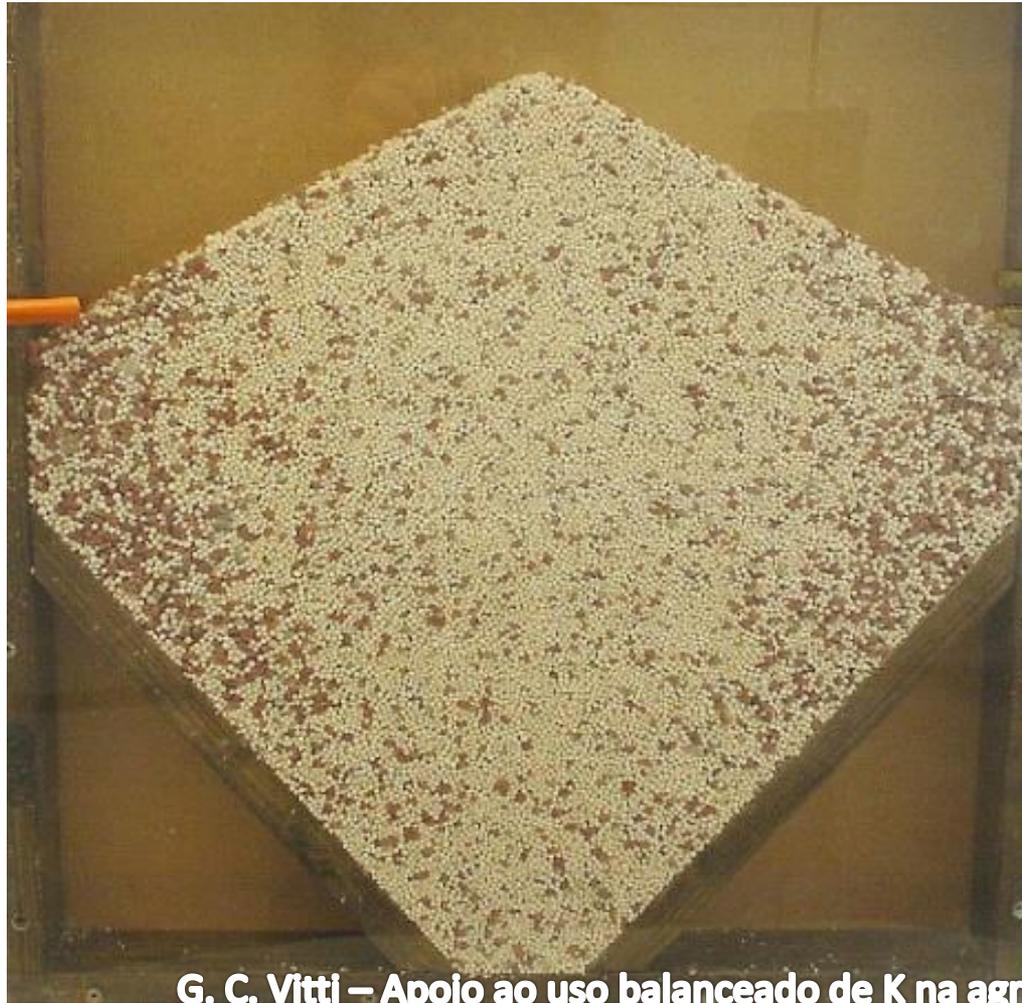
**Lixiviação: N nítrico e K**

**Fixação: P**

**Segregação dos grânulos**

G. C. Vittli – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# SEGREGAÇÃO



G. C. Vittori – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# SEGREGAÇÃO



G. C. Vittori – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

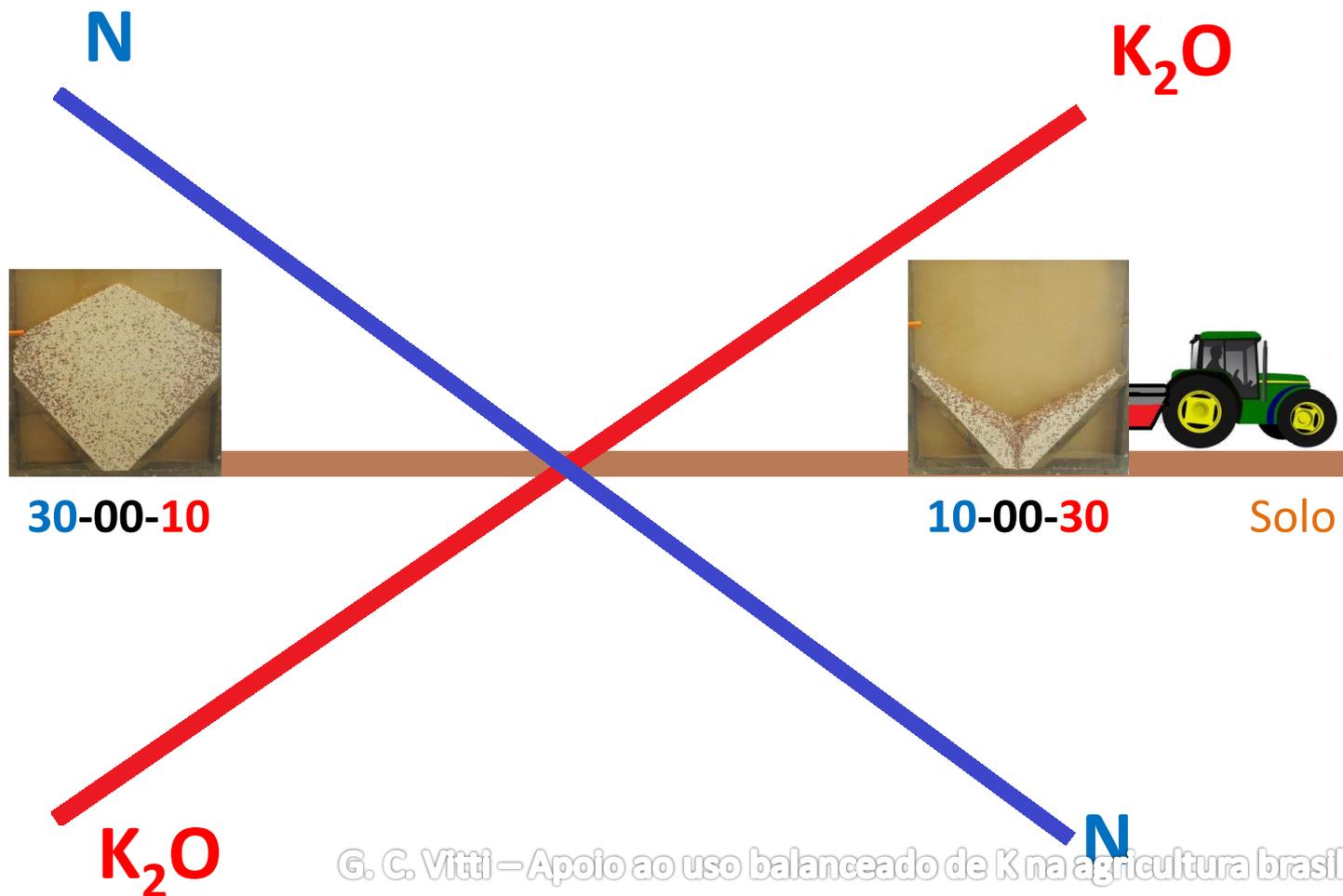
# SEGREGAÇÃO



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# SEGREGAÇÃO

Simulação da aplicação de formulado **20-00-20**



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# NPK no GRÃO ou KCl isolado

## Simulação da aplicação

**N e K<sub>2</sub>O**



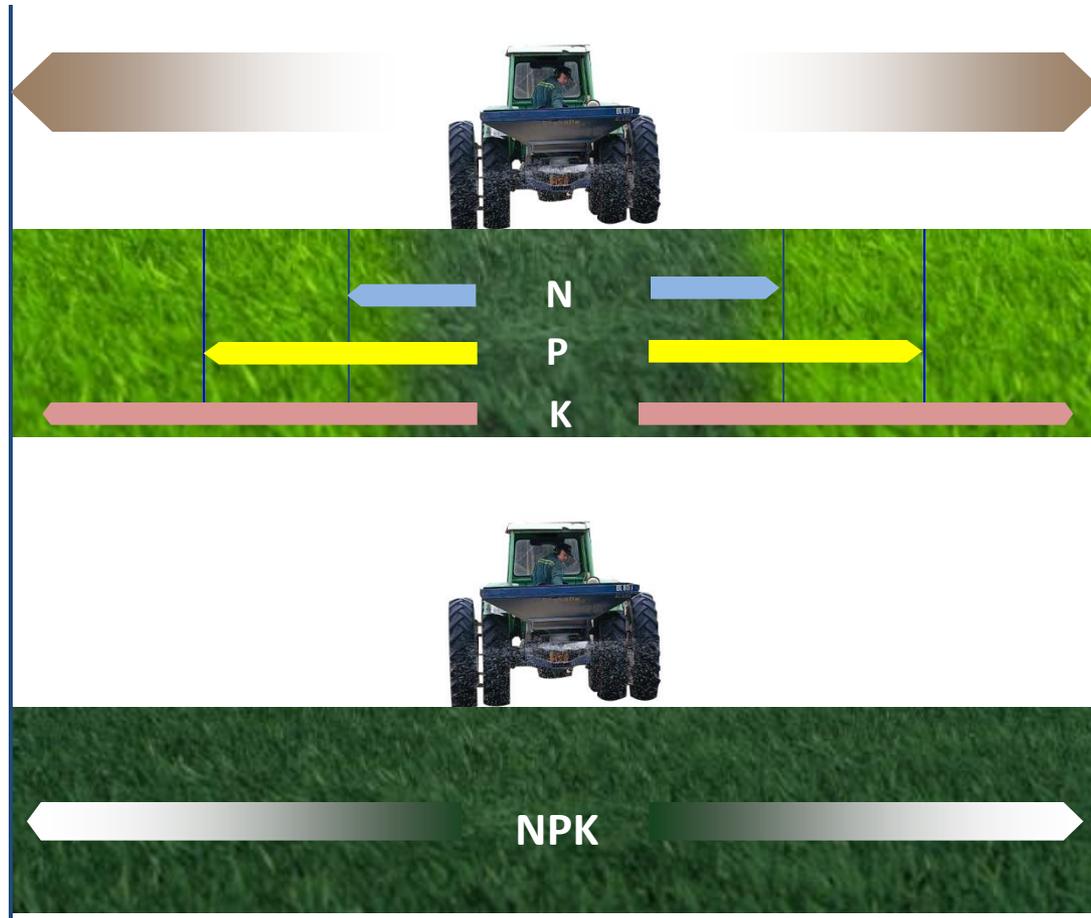
20-00-20

20-00-20

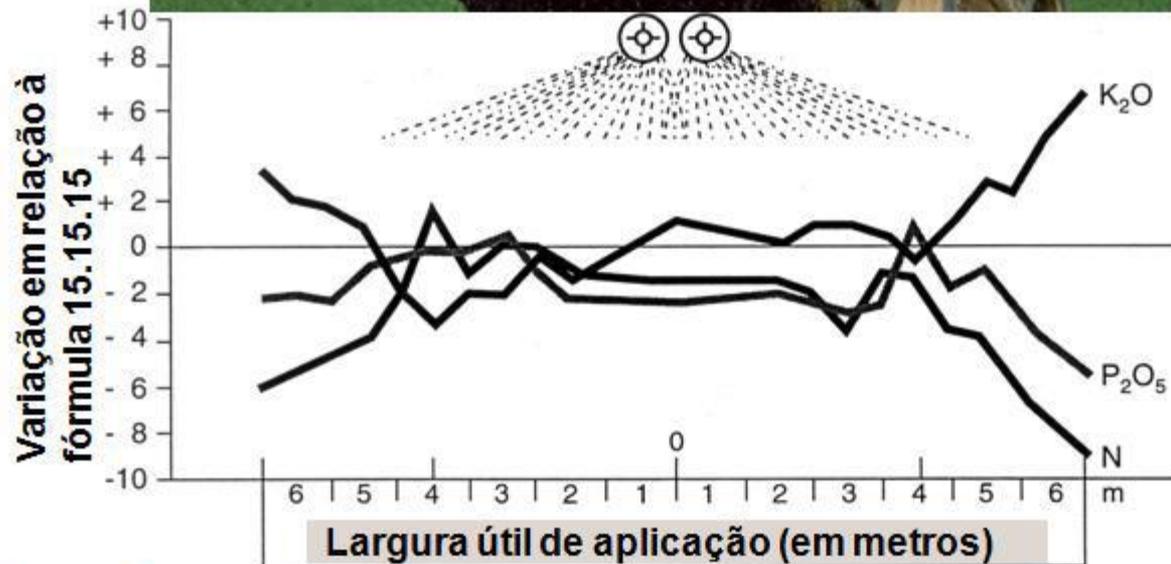
00-00-60

00-00-60

# Largura de aplicação



# Aplicação 15-15-15



ÓRMULAS  
RESULTANTES

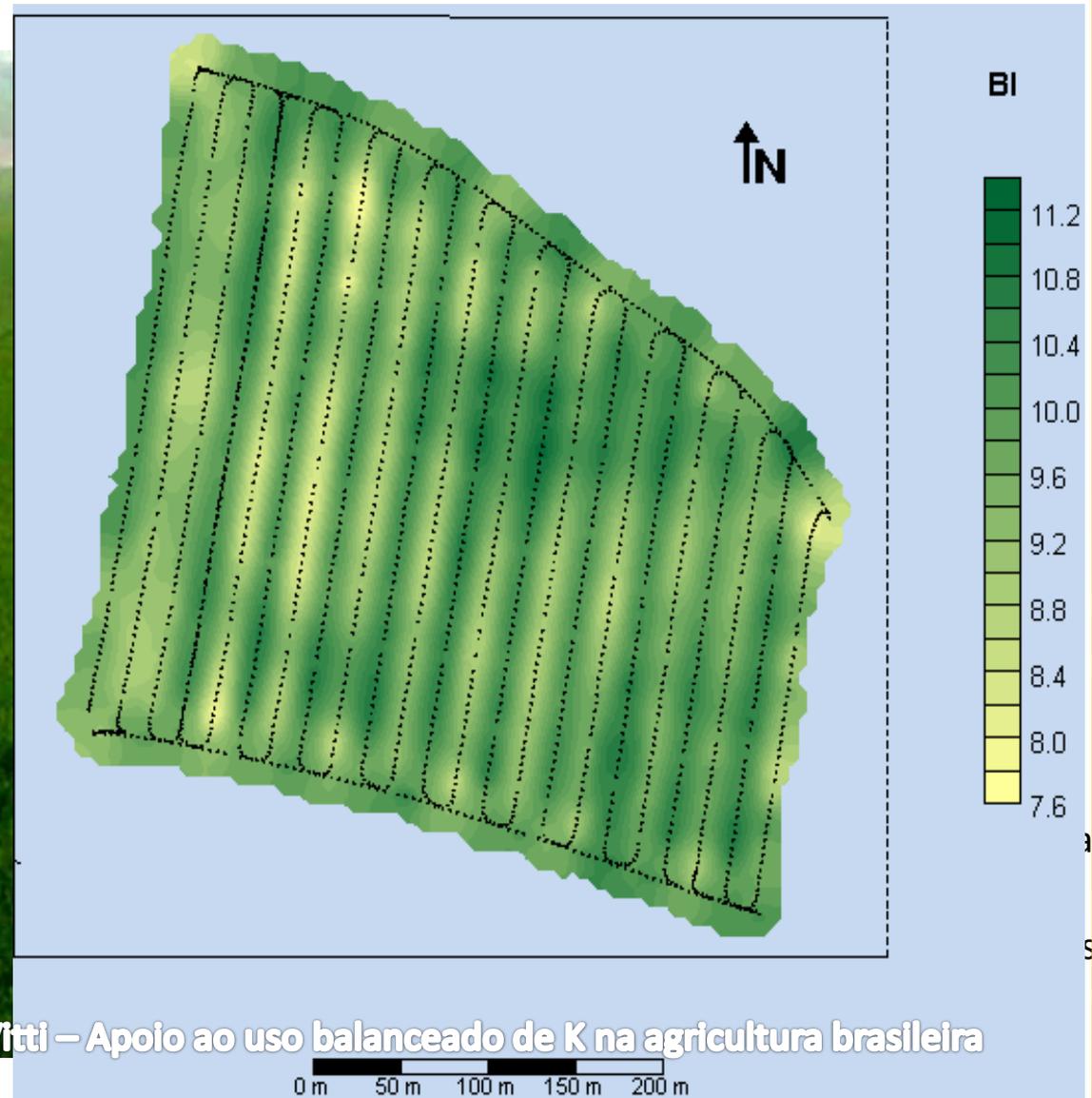


9.13.18 17.15.12 16.13.16 14.16.15 6.10.22

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

Fonte: Levington Agriculture, UK (1999)

# Faixas no campo devido à qualidade física

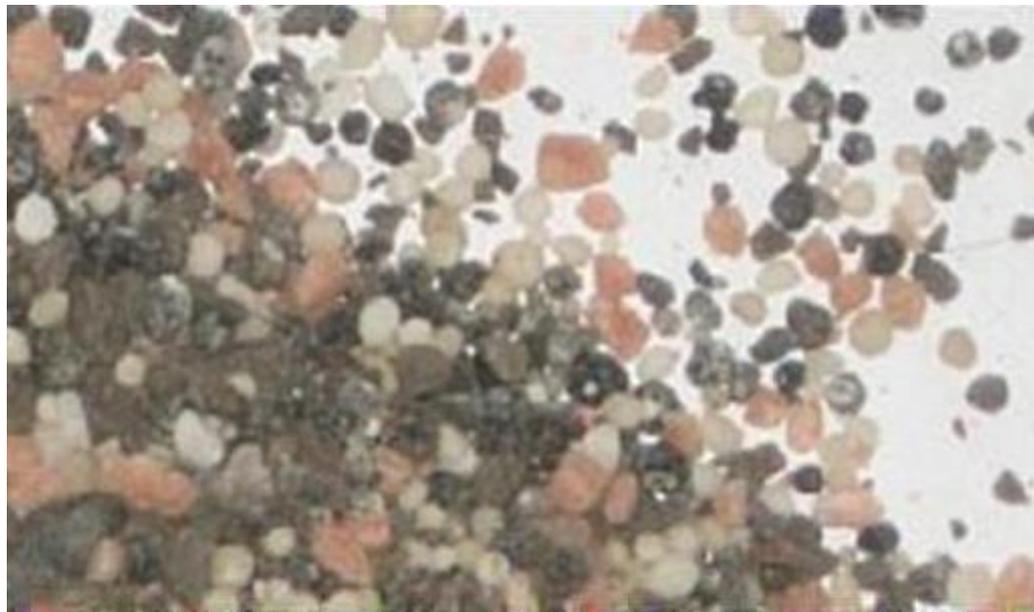


G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

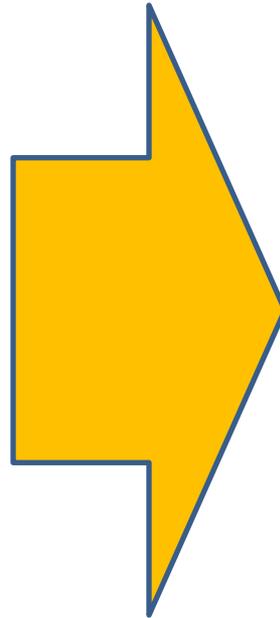
# Qual o Problema?

- NEMATÓIDE ?
- SPHENOPHORUS ?
- MIGDOLUS ?
- CIGARRINHA ?
- COMPACTAÇÃO?

# O QUE É FERTILIZANTE? O QUE É CARGA?

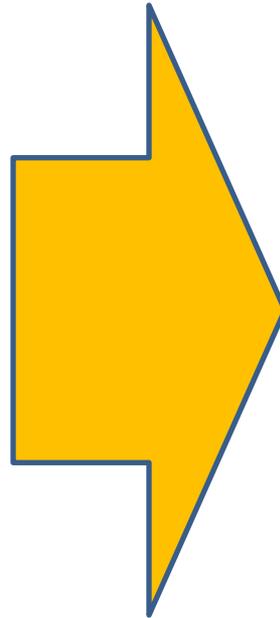


# Agricultura de precisão



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

# Agricultura de precisão



G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira



## 5. Conclusão

5.4 O K deve ser aplicado preferencialmente à lanço (área total), resultando em:

- c) Maior rendimento operacional no plantio:  
principal motivo para adoção da prática de adubação a lanço pelos agricultores;
- d) Quanto às doses deste nutriente é fundamental levar em consideração os seguintes fatores :
  - d1) teor absoluto deste no solo;
  - d2) porcentagem do mesmo na CTC
  - d3) poder tampão do solo (M.O. e argila)
  - d4) reação do solo e equilíbrio de bases (Ca:Mg:K)
  - d5) natureza da planta (mono ou dicotiledôneas)

G. C. Vitti – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

- e) Modalidade de adubação: Corretiva e Manutenção



## 5. Conclusão

### 5.5 Melhor manejo de K inclui:

- a) Recomendações ajustadas por análise de solo e uso de agricultura de precisão;
- b) Aplicações localizadas e mais profundas em áreas mais secas, com alto teor de argila e com altos teores de Ca (Ex: Serra da Bodoquena);
- c) Incremento de resíduos culturais nos solos
- d) Não utilizar Potássio em sulcos de plantio ou “covas” de culturas perenes



[gcvitti@usp.br](mailto:gcvitti@usp.br)

[gape@usp.br](mailto:gape@usp.br)

[laine.p@hotmail.com](mailto:laine.p@hotmail.com)

G. C. Vittl – Apoio ao uso balanceado de K na agricultura brasileira

**OBRIGADO!**